

# 에너지위기의 원인과 전망

---

조 홍 종  
(단국대 경제학과)

서울사회연구소  
2023년 03월 10일



## 조 홍 종 교수 (단국대 경제학과)

- 서울대학교 경제학과 학사, 석사
- University of Pennsylvania 경제학 박사
- 거시경제학, 에너지경제학
  
- (현) 산업통상자원부 에너지위원회 위원
- (현) 전력거래소 비용평가위원회 위원
- (현) 제 10차 전력수급기본계획 정책분과 위원
- (현) 제 15차 장기천연가스수급계획 위원
- (현) 가스기기 보상평가 위원회 위원장
- (현) 한국자원경제학회 부회장
- (현) 에너지경제연구 편집위원장

# 1. 에너지위기 시대

---

# 1. 에너지위기 시대



이슈 PICK  
썸과 함께

요일 쇼크 뛰어넘은 에너지 위기  
조용종 경제학자

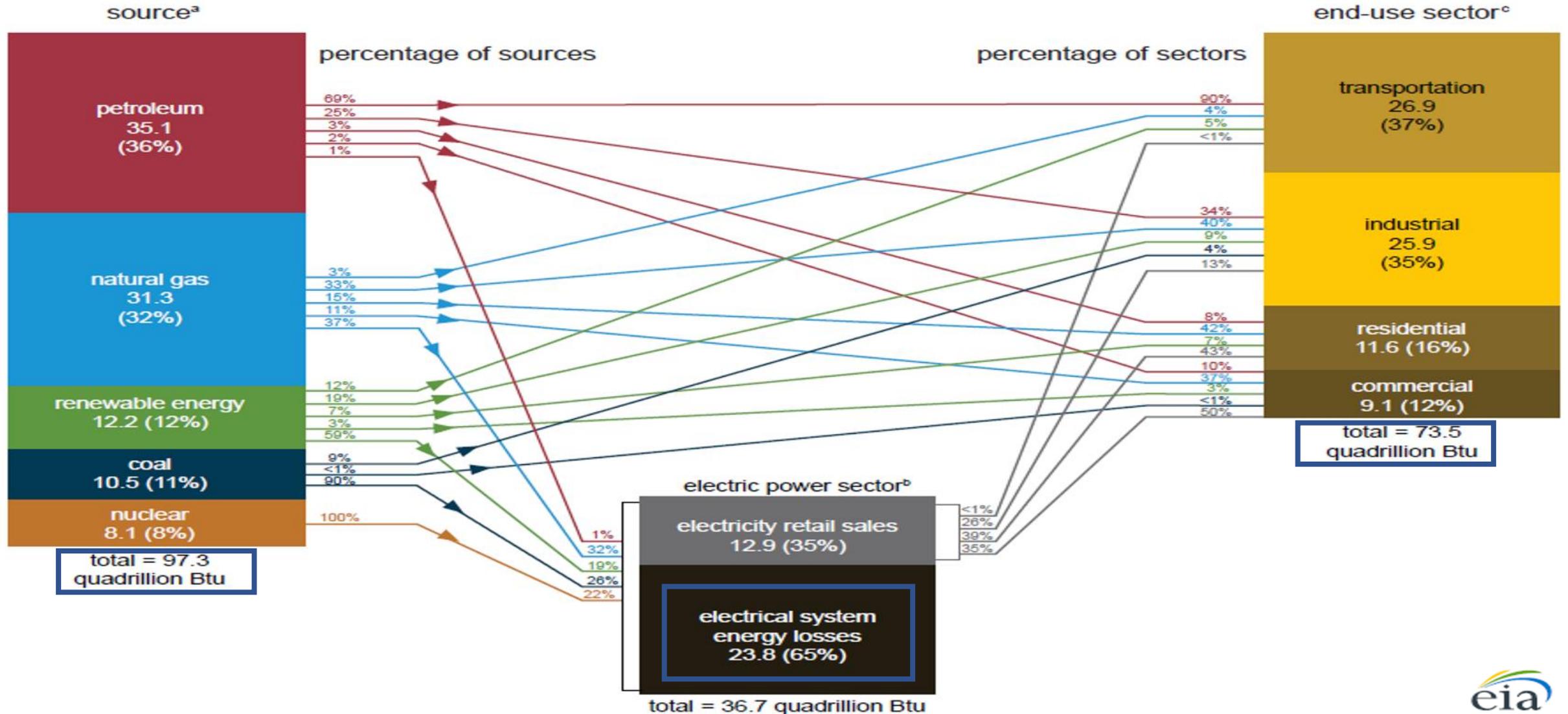
KBS

파티 비틀 / 국제에너지기구(IEA) 사무총장

“ 석유만 문제였던 1970년대와는 달리  
지금은 석유, 천연가스, 석탄 등 에너지 가격이 폭등했습니다 ”

# 1. 미국 에너지 소비 구조(2021)

U.S. energy consumption by source and sector, 2021  
quadrillion British thermal units (Btu)

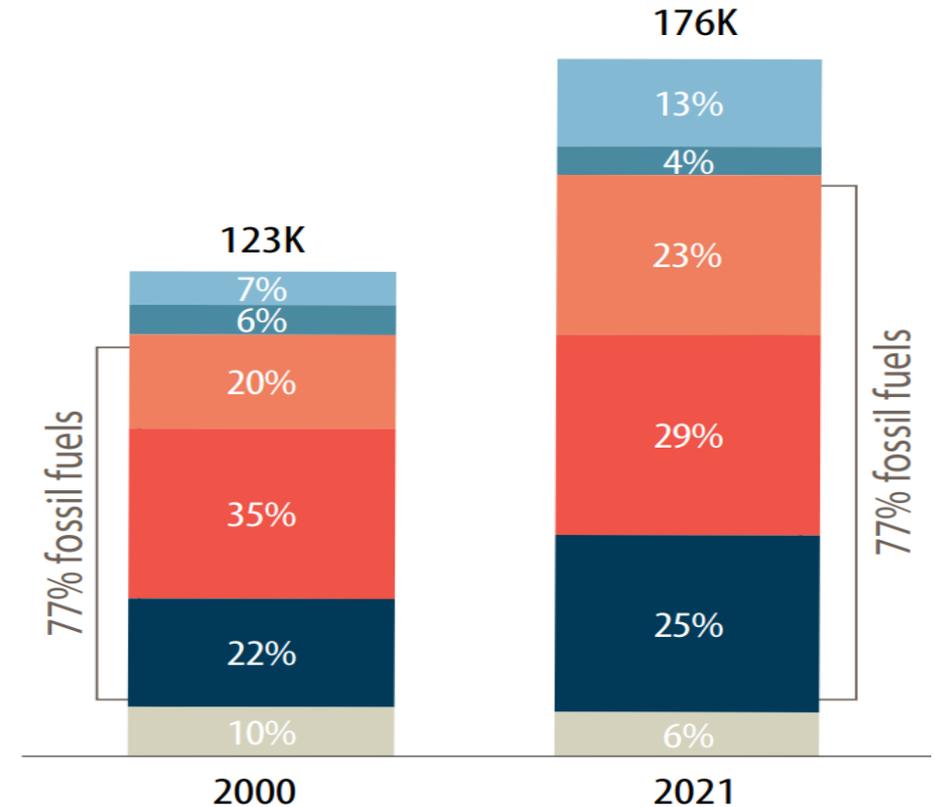
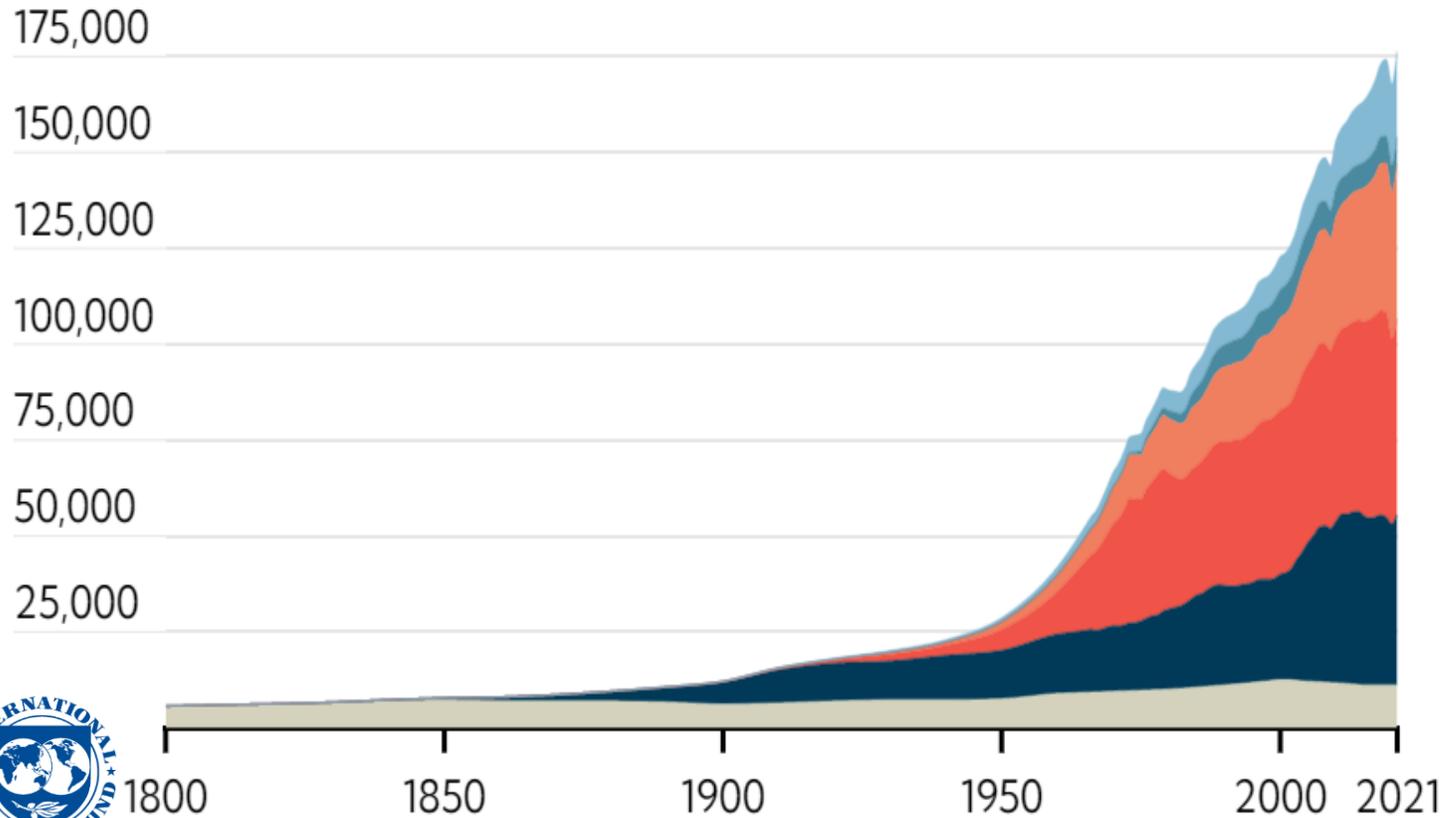


# 1. 에너지원의 진화

Global primary energy consumption by source.  
(terrawatt-hours)

■ Traditional biomass 
 ■ Coal 
 ■ Oil 
 ■ Natural gas 
 ■ Nuclear 
 ■ Renewables

화석연료 비중 77%('00 vs '21)



# 1. 세계화와 에너지혁명 그리고 인플레이션

## ● 세계화와 무역증가는 에너지혁명에 기인함

- 1차 세계화: 스팀엔진이 국제 무역증가 견인, 식량가격 안정과 인플레이션 약화
- 2차 세계화: 오일 shock 이후 새로운 운송기술혁명으로 국제 무역증가와 인플레이션 완화

Chart 1

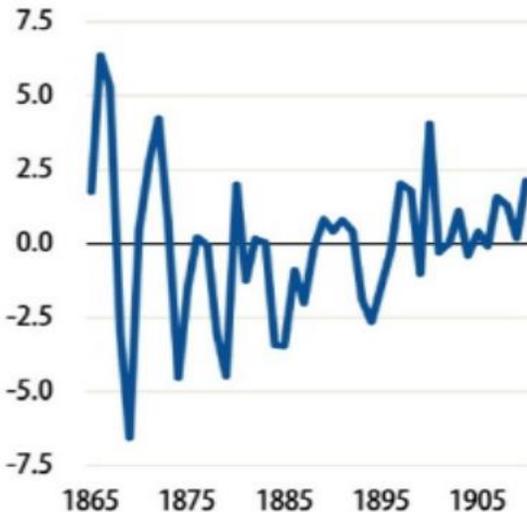
### The first era of globalization

As steam locomotives and steamships slashed transportation costs in the 19<sup>th</sup> century, world trade increased while inflation of the Great Famine eased.

World trade in goods  
(as a percent of GDP )



Consumer price inflation proxy  
(UK consumer price inflation in percent)



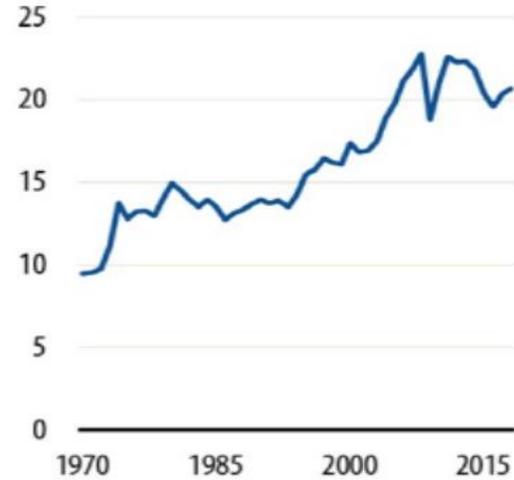
**Source:** Catão, Luís A. V., and Maurice Obstfeld. 2019. Introduction to Meeting Globalization's challenges: Policies to Make Trade Work for All, edited by Catão and Obstfeld. Princeton, NJ: Princeton University Press; Bank of England, A Millennium of Economic Data dataset (to 2016).

Chart 2

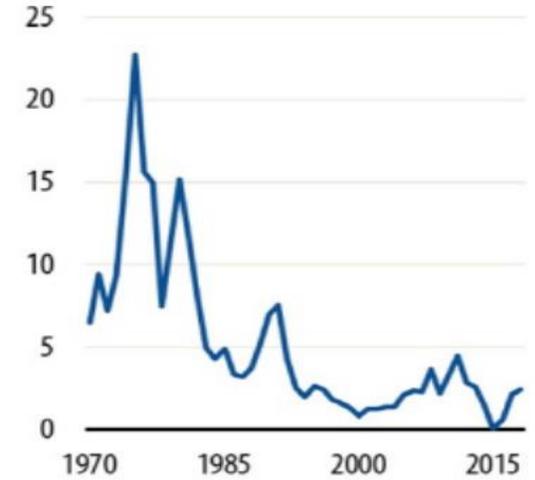
### Globalization and inflation

Following the inflationary surge set off by the 1970s oil shocks, new container shipping technology helped spur renewed expansion of world trade while consumer price increases slowed dramatically.

World trade in goods  
(as a percent of GDP)



Consumer price inflation proxy  
(UK consumer price inflation in percent)



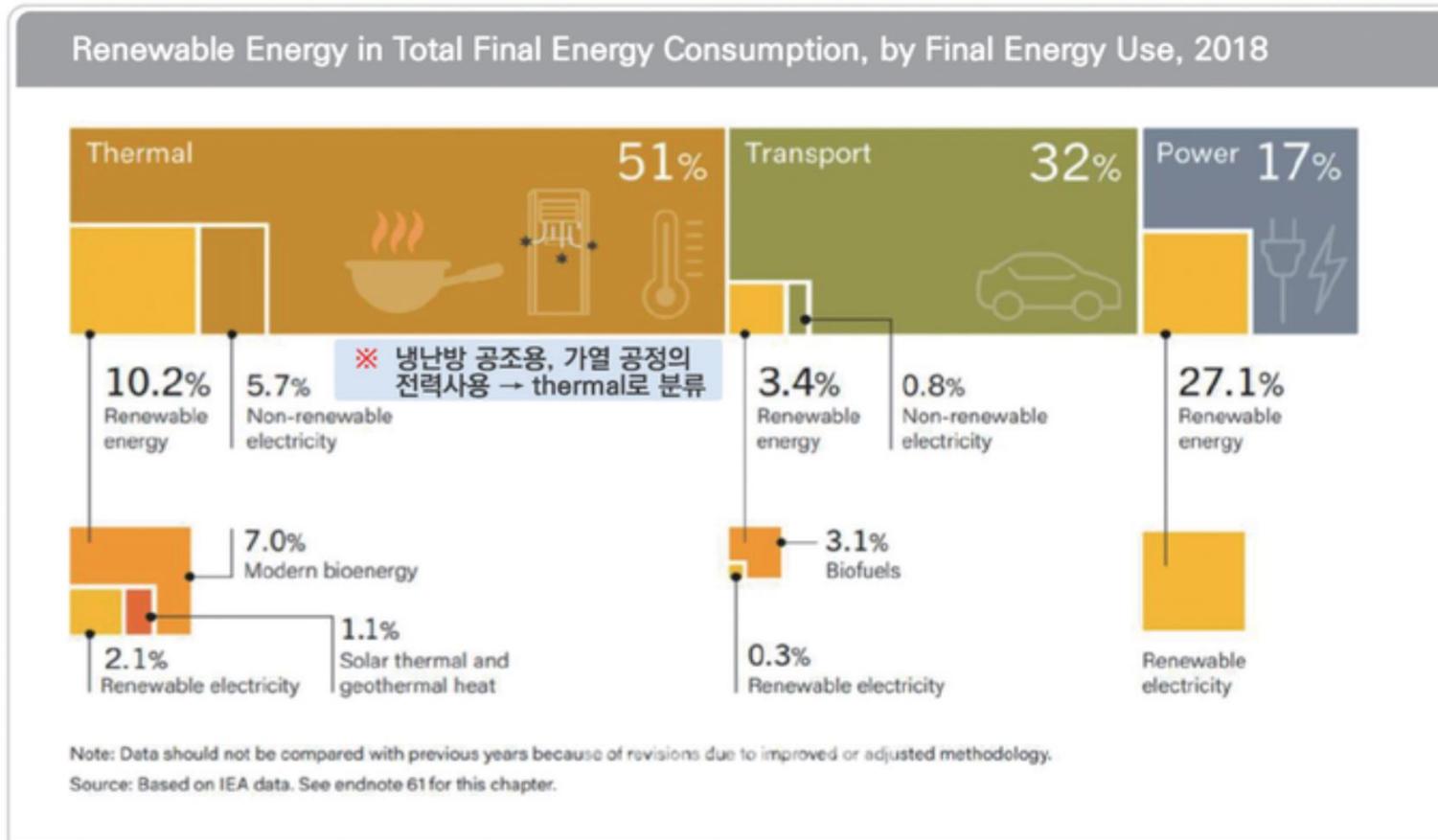
**Source:** Catão, Luís A. V., and Maurice Obstfeld. 2019. Introduction to Meeting Globalization's challenges: Policies to Make Trade Work for All, edited by Catão and Obstfeld. Princeton, NJ: Princeton University Press; Bank of England, A Millennium of Economic Data dataset (to 2016); and IMF, World Economic Outlook database.



# 1. 글로벌 최종에너지 소비구조 및 재생에너지 비중

## ● 글로벌 최종에너지 소비 구성을 보면 열시장이 51%

- 열에너지 51%, 수송 32%, 전력 17%
- 열분야 신재생전기 비율 2.1%, 전력이 신재생전기 비율 27.1%
- 열생산에서 40% 이상의 탄소 배출



<글로벌 에너지원별 구성>



석유제품
  천연가스
  전력
  석탄
  바이오매스
  열

# 1. 국내 최종에너지 소비

## ● 우리나라 최종에너지 소비에서 열이 차지하는 비중은 52%(`19년 에경연 추정)

- 최종에너지 소비: 산업(63.0%), 수송(17.0%), 가정·상업(17.6%), 공공·기타(2.4%)
- 전력화율은 약 19.5% 수준, 나머지는 직간접 열에너지
- 산업용, 상업용 전력 수요 증가

<국내 최종에너지 부문별 수요>

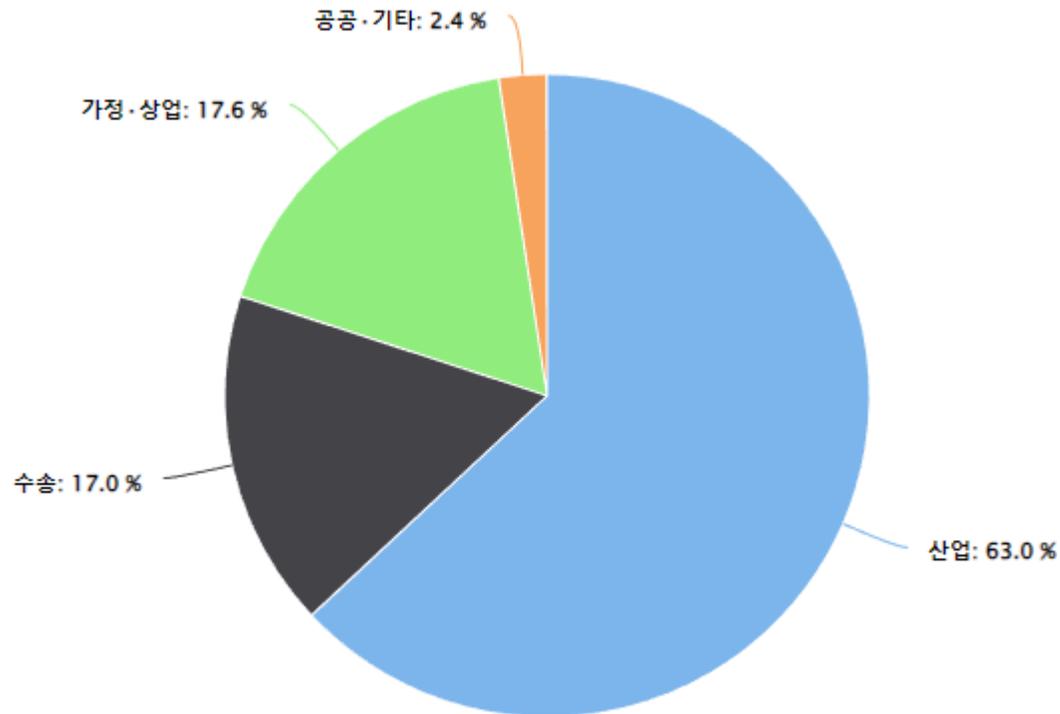
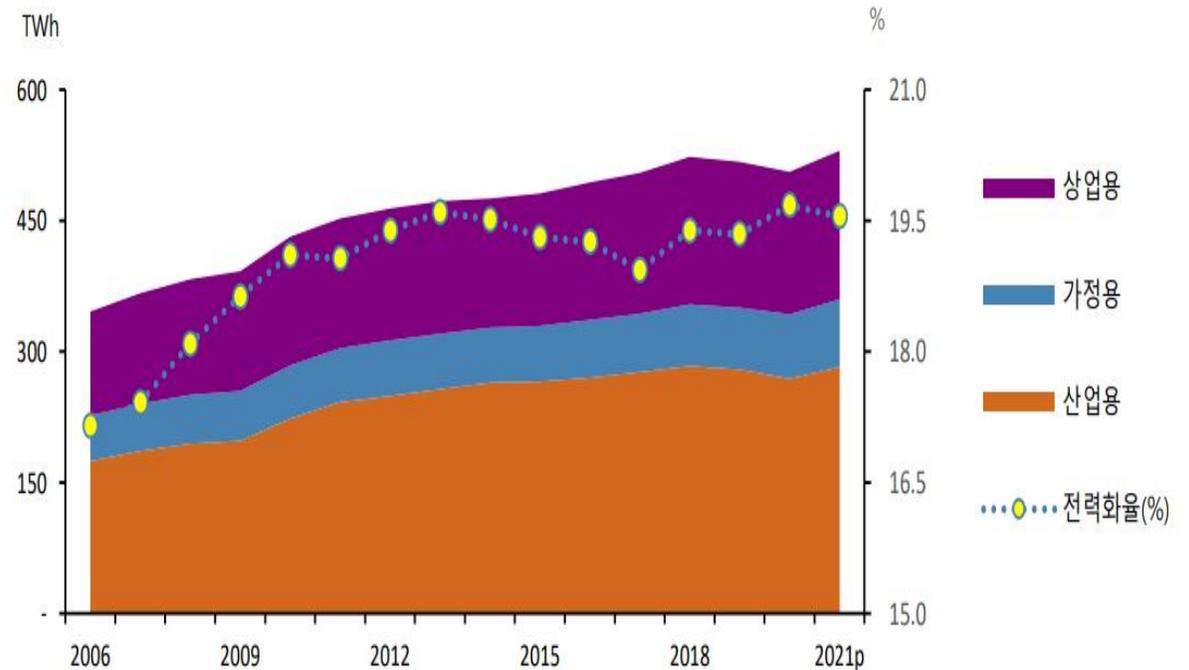


그림 1.30 전력화율 및 부문별 전기 소비 변화 추이



주: 전력화율=최종에너지에서의 전력 소비 비중

# 1. 탄소중립 → 전력화 → 필연적 고비용 에너지구조

Fact

인간의 화석연료 사용 → 지구 온난화

Action1

화석연료 투자 감소

좌초자산 우려

공정, 연료  
수요 여전

화석연료  
가격 폭등

ESG 강화

+

Action2

재생에너지 투자 증대

태양광, 풍력  
설비 확대

광물자원  
잠재량 불확실

재생에너지  
발전단가,  
배터리 가격  
상승

배터리 수요  
증가

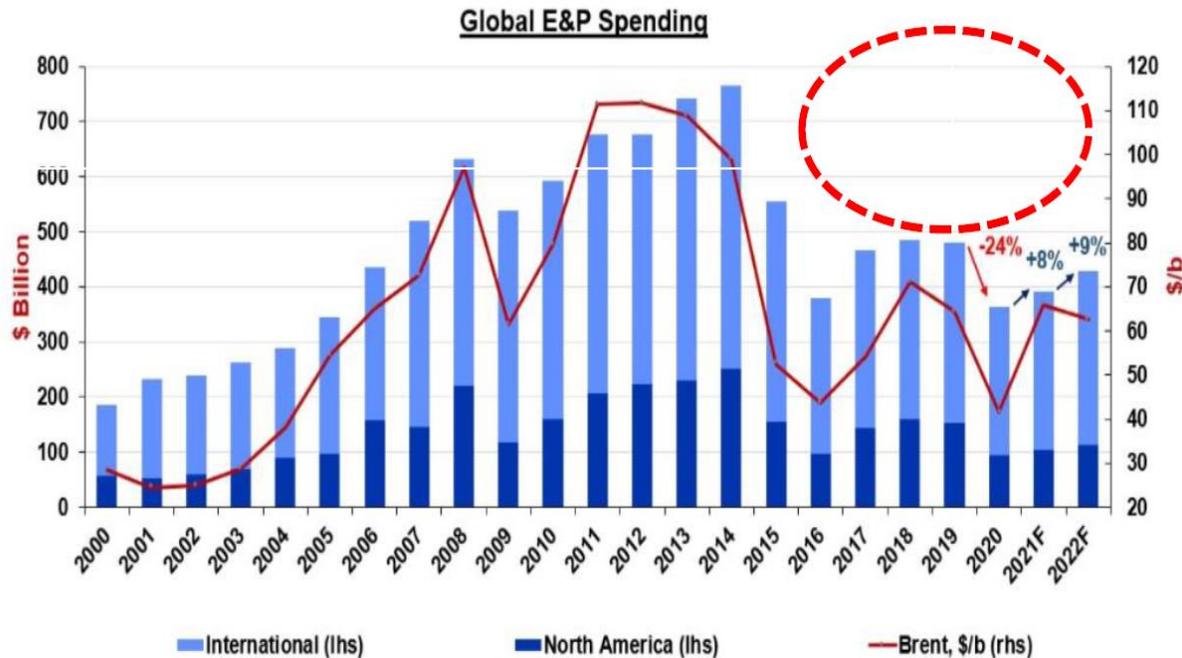
공급망 교란

# 1. 화석연료 수급 불안

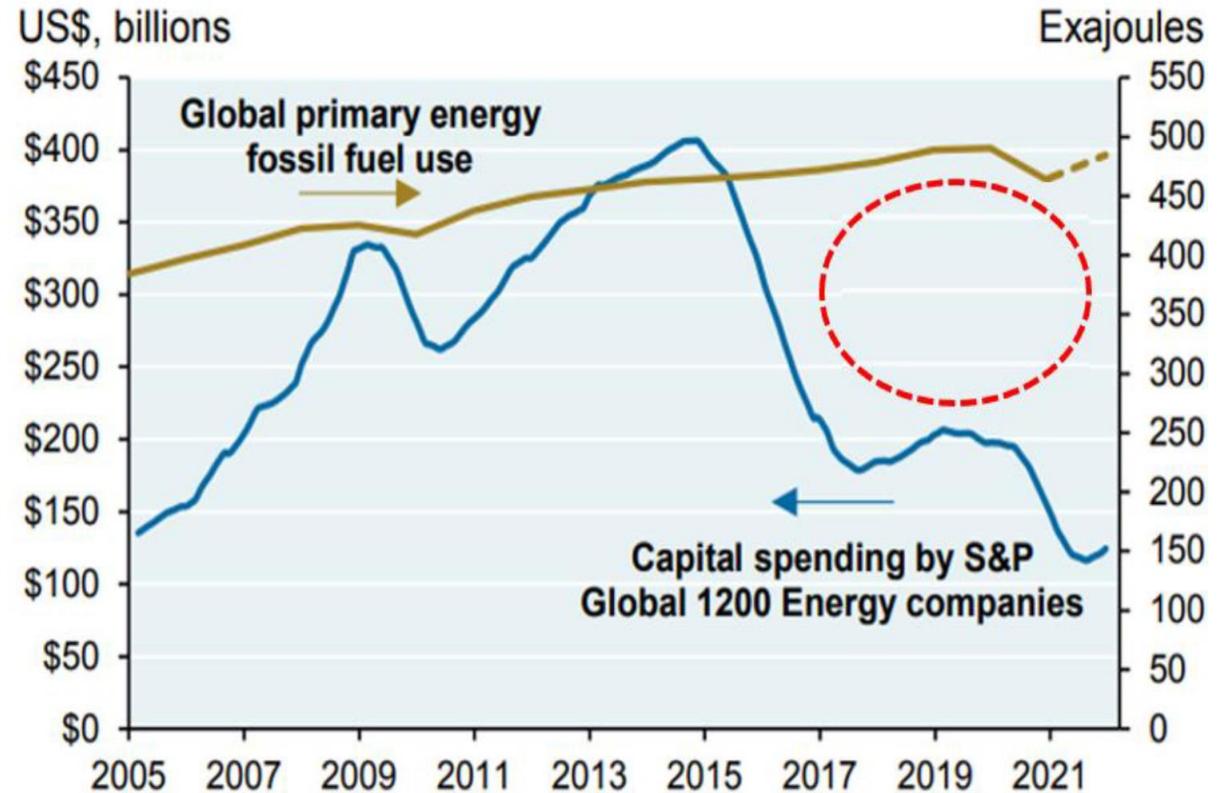
## ● 글로벌 에너지 투자 감소하나 수요는 여전히 증가중

- ESG, 탄소중립 트렌드로 인하여 화석연료(석유, 천연가스, 석탄) 투자 급감
- 2014년 이후 에너지 기업 자본 투자 급감, 특히 상류부문(Upstream) 투자 절반으로 축소
- 그러나 화석연료 수요는 여전히 증가하며 심지어 증가 중
- 향후 상당기간 수급 불안이 지속될 수 밖에 없는 실정, 가격 상방 압력 장기화될 가능성

Global Upstream investment starting to recover in 2021 (+8%) after a 24% drop in 2020 due to the pandemic



Source: Barclays, S&P Global Platts (grossed up to account for companies not reporting)

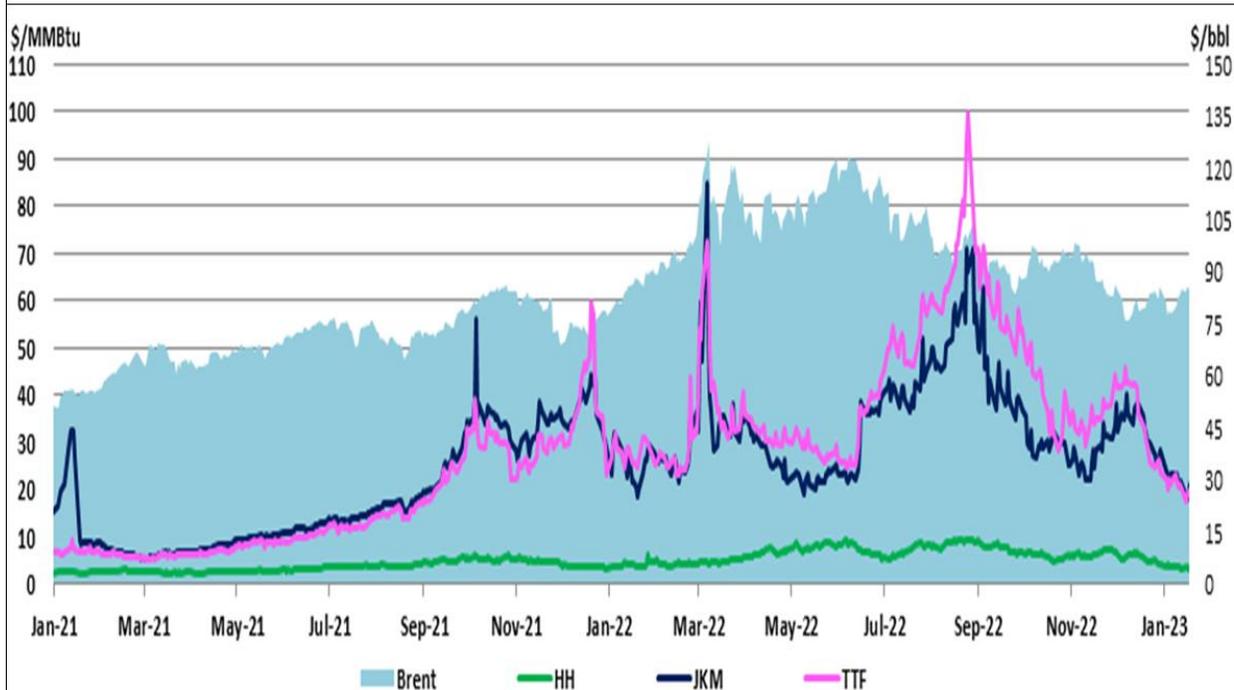


Source: BP, Bloomberg, IEA, JPMAM. Dec 2021. Dotted lines = estimates.

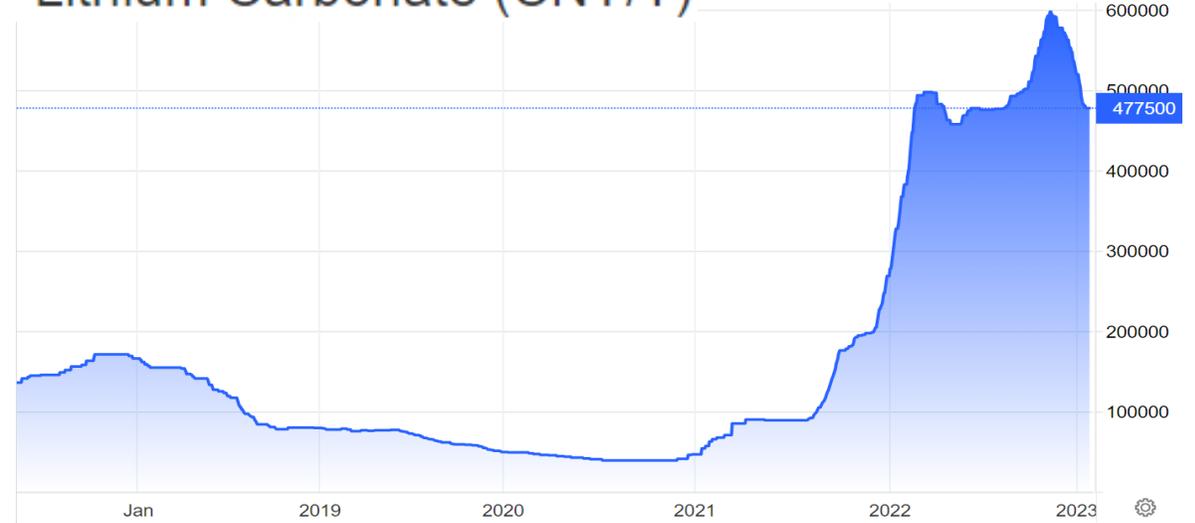
# 1. 에너지 인플레이션 판도라

- 탄소중립이 인플레이션 판도라 개봉
- 화석연료 및 리튬 & ESS 고정비 증가
  - 원유(Brent, WTI) 가격 상승 후 유지
  - 천연가스(HH, TTF, JKM) 폭등 뒤 가격 하락, 여전히 예년에 비해서 3-4배 가격
  - 리튬 가격 폭등
  - BESS 28% 설치비 증가('21 대비 '22)

## □ 국제 유가 및 주요 가스가격 추이

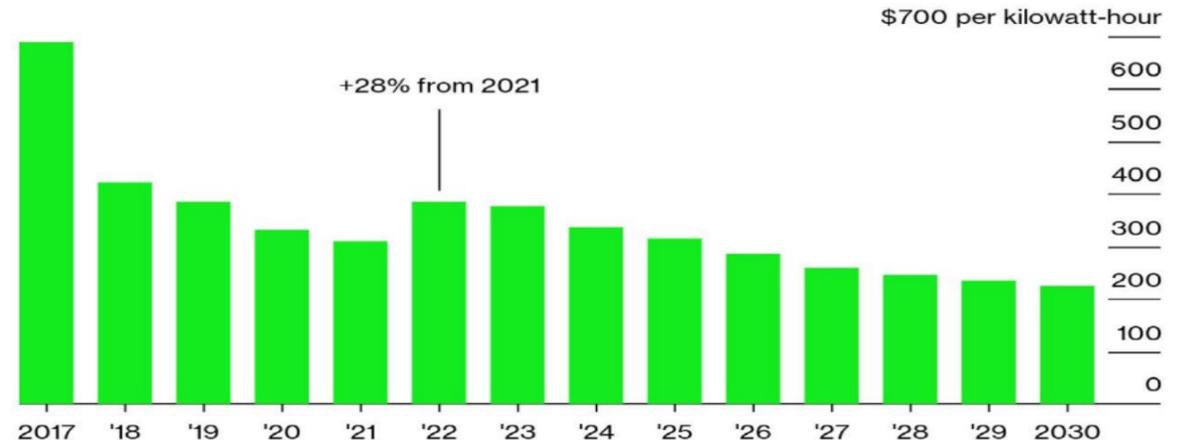


## Lithium Carbonate (CNY/T)



## Jumping Back Up

Installed capital cost for large four-hour battery energy storage system



Source: BloombergNEF  
Note: excludes warranty and taxes. Real 2022 \$.

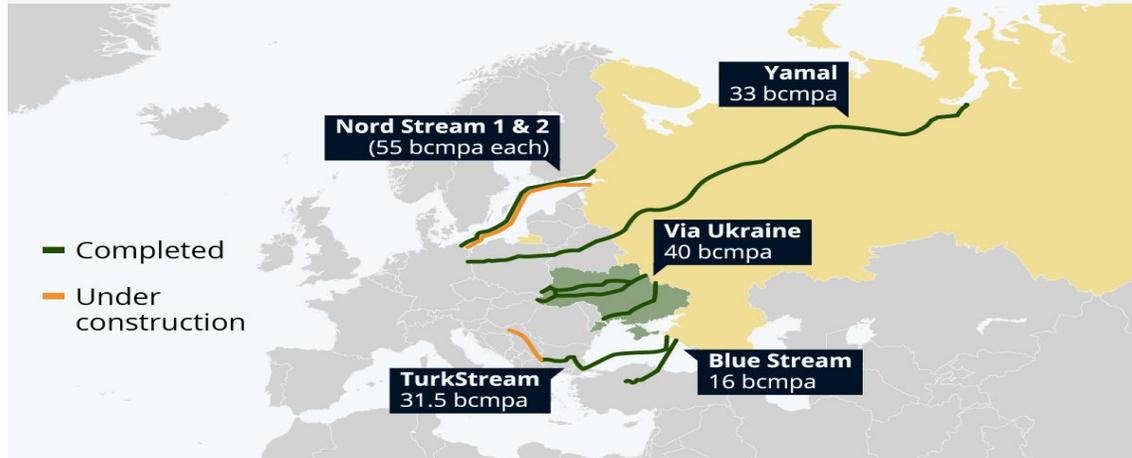
# 1. 러-우 전쟁: 공급망 붕괴, 자원의 무기화

## ● 러시아 전쟁 이후 유럽으로 가는 PNG 중단

- EU 對러시아 천연가스 의존도=40%, 서방의 금융제재에 대응한 러시아의 천연가스 무기화
- 155bcm (‘21) 물량 ‘22년도 공급 단계적 축소
- Nord Stream 1 현재 전면중단 및 NS 1, 2 인위적 테러 사보타지, 돌이킬 수 없는 강을 건넌
- Yamal 전면 공급 중단

## The Gas Pipelines Linking Russia and Europe

Major Russian-European natural gas pipelines and theoretical capacities (in billion cubic meters per annum)

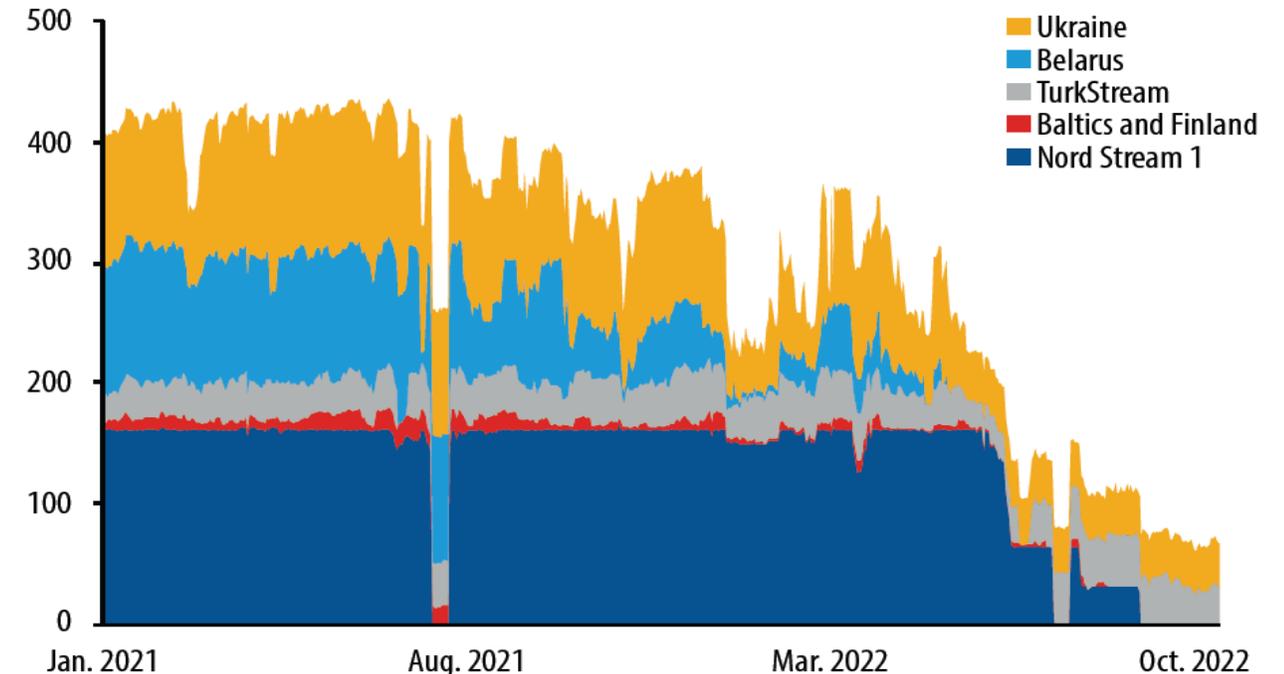


Ukraine: actual 2021 flow  
 Source: JPMorgan via The Economist



## Turning off the taps

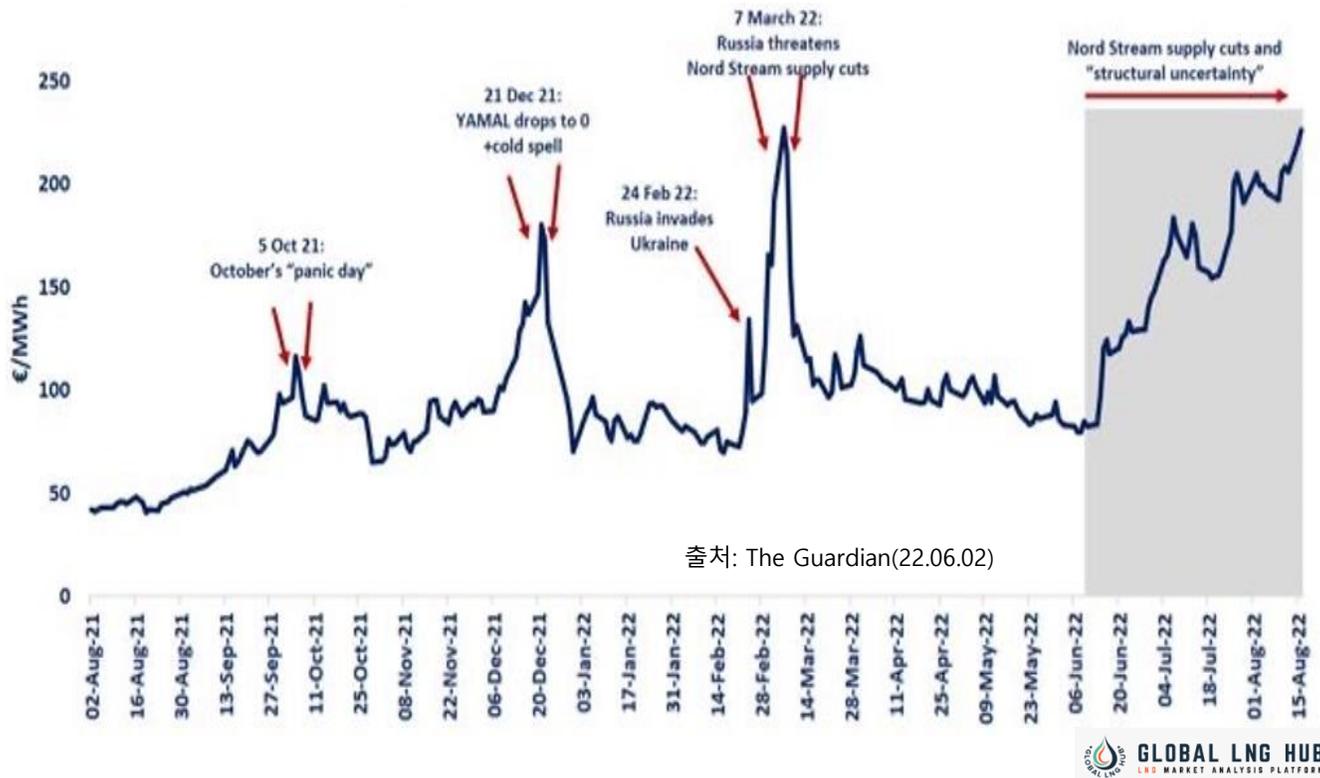
Russian gas flows to Europe were already declining before the invasion of Ukraine. (EU pipeline gas supplies from Russia by route, million cubic meters a day)



# 1. 글로벌 천연가스, LNG 가격 폭등

## ● 유럽 TTF 가격 10배 폭등(전년대비)

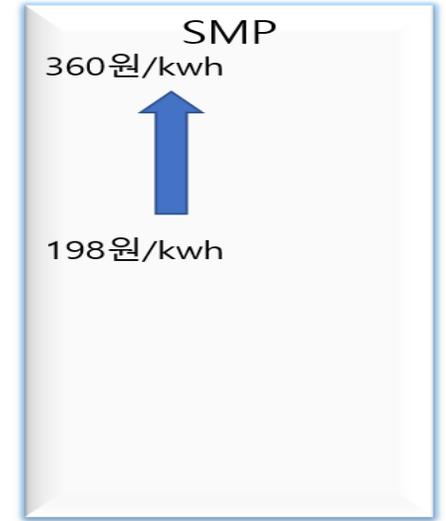
- 독일의 탈원전, 탈석탄 & 재생에너지 일변도 에너지 전환
- 러시아로부터 천연가스와 석탄 등 자원 의존이 전쟁의 빌미
- 러시아 지속적 시장 교란과 가격 인상
- 8/30일, TTF(\$99/mmbtu), JKM(\$71/mmbtu) 동조화 및 가격 폭등



When Putin invaded Ukraine in February, Germany faced a particular problem. Its rejection of nuclear power and its transition away from coal meant that Germany had very few alternatives to Russian gas. Berlin has been forced to accept that it was a cataclysmic error to have made itself so dependent on Russian energy - whatever the motives behind it. The foreign minister, Annalena Baerbock, says Germany failed to listen to the warnings from countries that had once suffered under Russia's occupation, such as Poland and the Baltic states. For Norbert Röttgen, a former environment minister and member of Angela Merkel's Christian Democrat Union (CDU), the German government bowed to industry forces pressing for cheap gas "all too easily", while "completely ignoring the geopolitical risks".

# 1. '22년 SMP 상승 예견됐었음

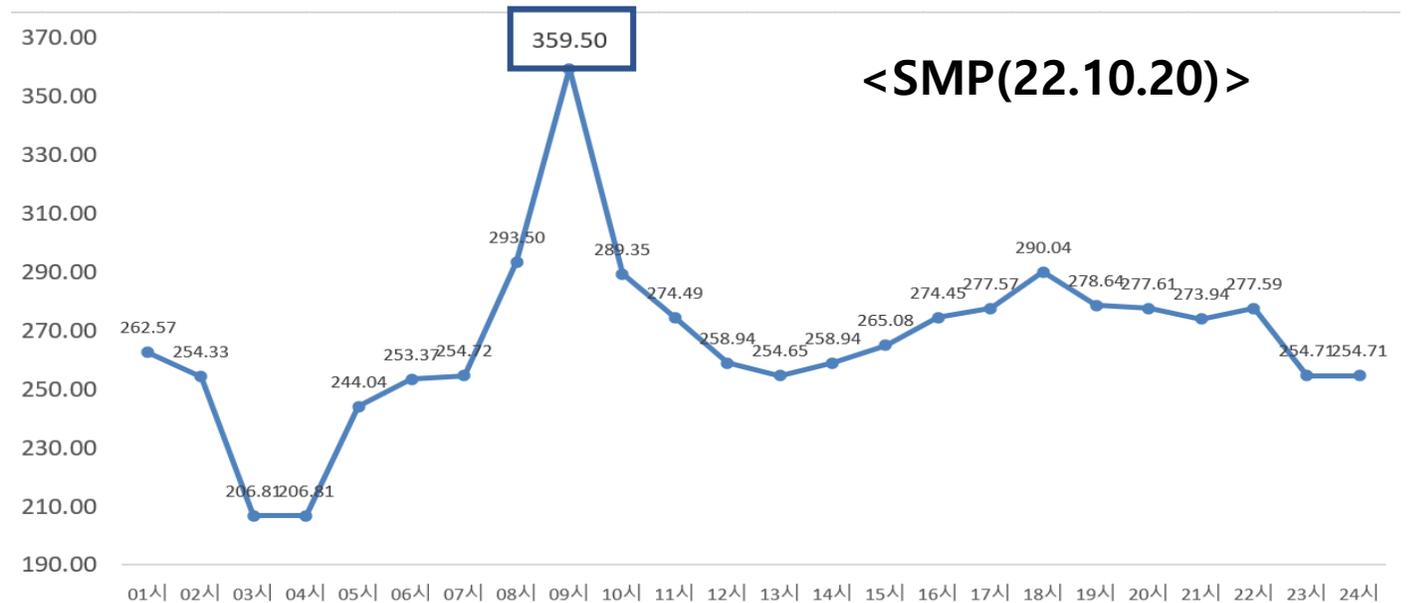
\$/MMBTU



조흥종, 조선일보 에너지산업 컨퍼런스(22.09.06)

국제 천연가스 가격 상승으로 SMP 상승 예견됨 최대 360원/kwh

요금에 대한 Forward Guidance를 미리 제시했어야 함



# 1. 에너지위기 다양한 국면

## ● 에너지시장

- 화석연료 가격 폭등
- 가격 변동성 급변
- 기업, 가정, 국가의 경제난으로

## ● 에너지정책

- 단기적: 에너지안보 최우선
- 장기적: 청정 에너지 전환정책 가속화
- 에너지부양정책: 막대한 재정투여

## ● 에너지교역

- 유럽 대러시아 무역제재
- 공급망 교란
- 전세계 무역질서 대변혁

## ● 경제적 파급효과

- 에너지 가격 급등과 인플레이션
- 실질소득 감소와 경기침체
- 탄소중립 vs 에너지안보
- 나라별로 에너지전환 정책 차별성



## 2. 에너지위기와 거시경제정책

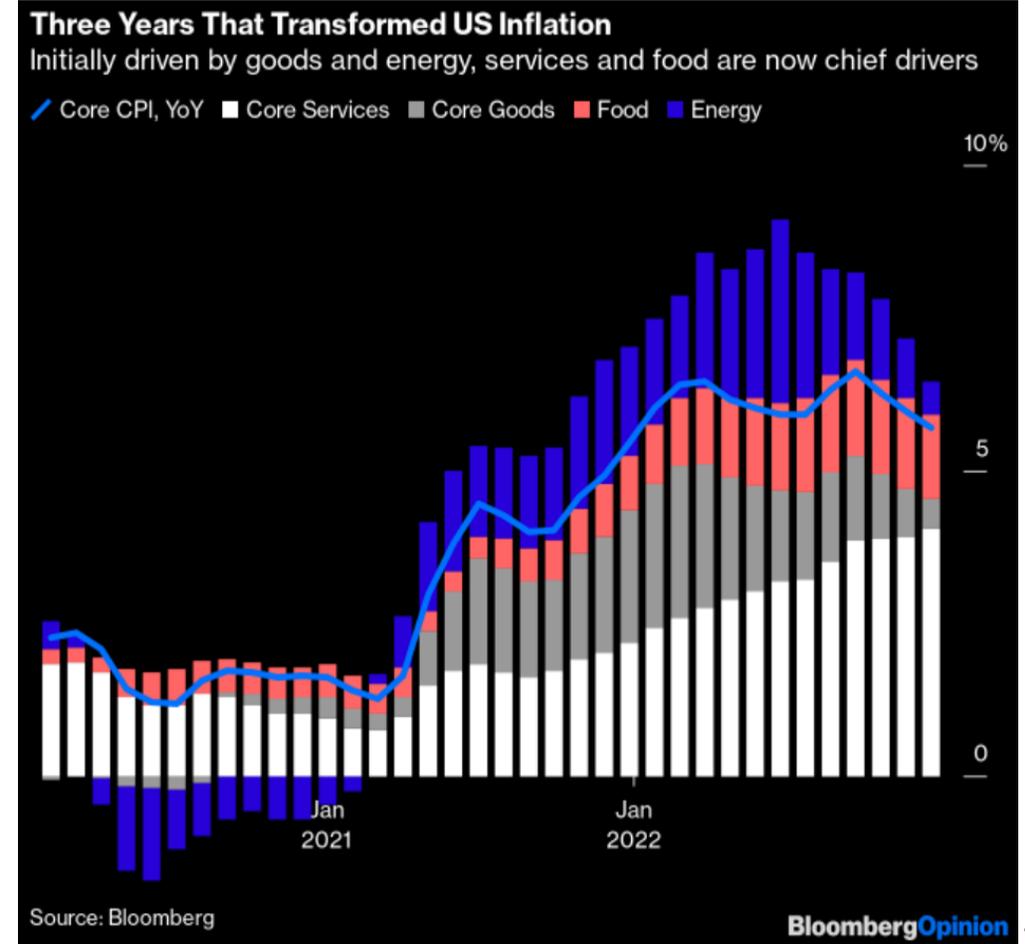
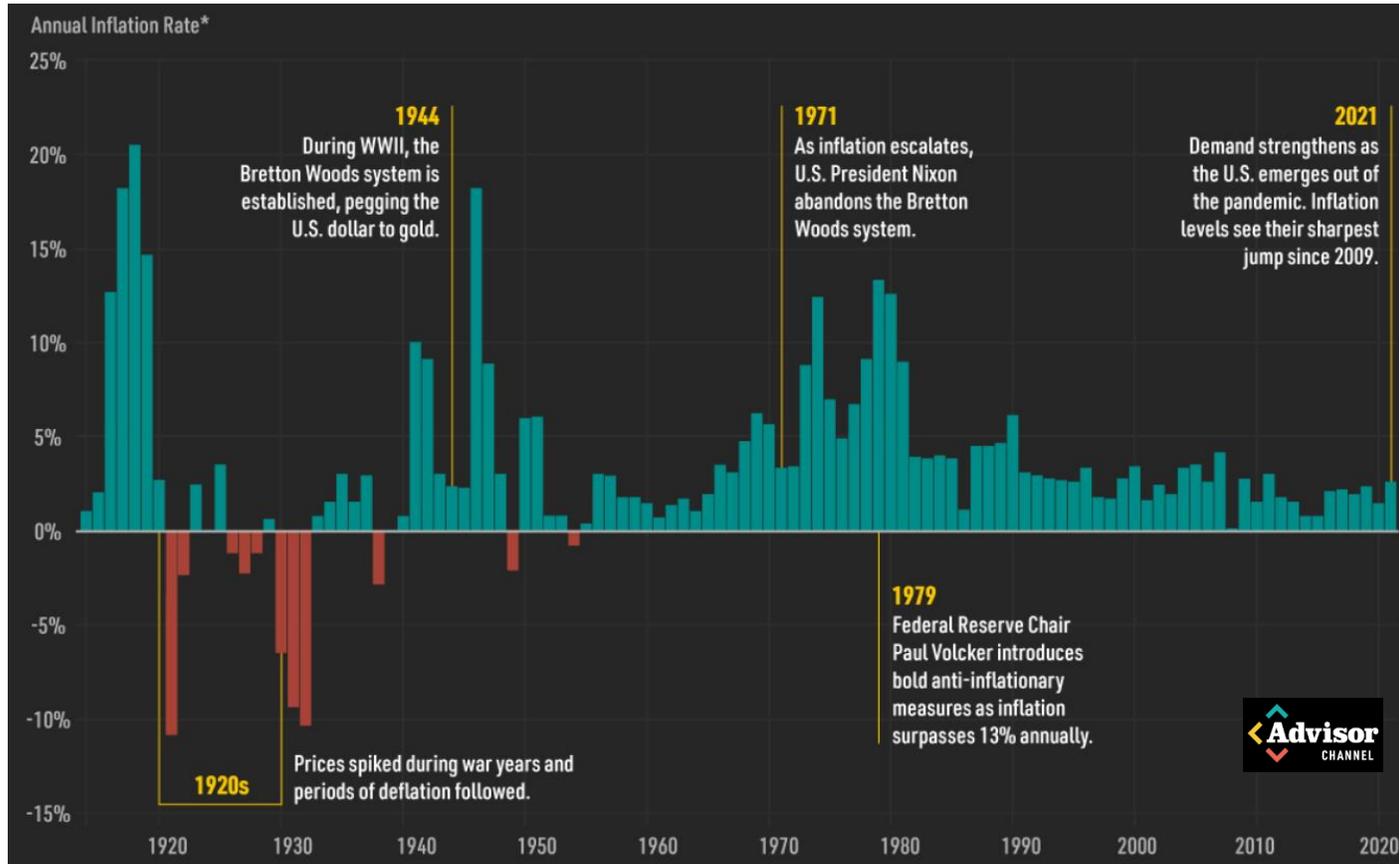
---

## 2. 에너지가 촉발한 인플레이션

### ● Inflation-targeting 실시한 1990년 이후로 선진국에서는 인플레이션이 문제가 되지 않음

- ±2% 인플레이션 → 목표 forward guidance → 모든 수단을 동원하여 목표 맞춤
- '21년 중반부터 이미 인플레이션 폭등(9.1%(`22.07) → trending down 6.5%(`22.12)
- 에너지가 촉발한 인플레이션 → 식량 → 인건비 → core service

### CHARTING U.S. INFLATION OVER 100 YEARS

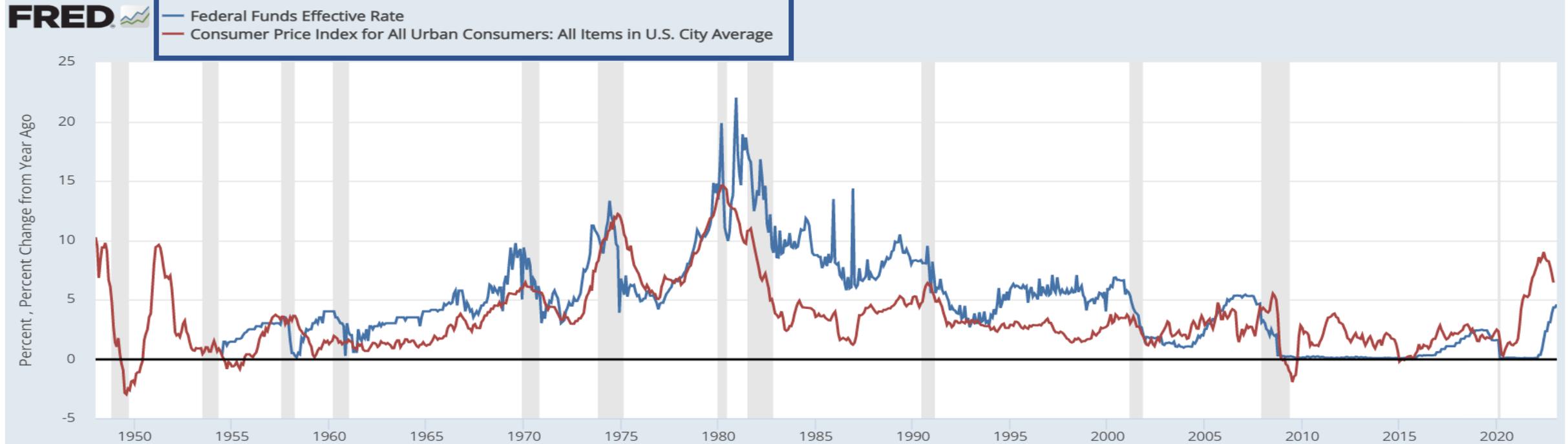
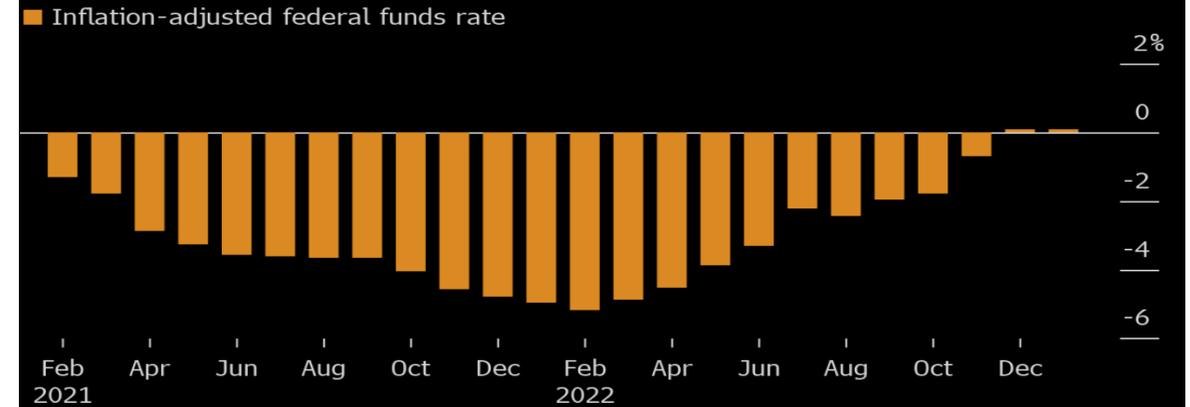


## 2. Fed 금리 인상

### ● 미국 Fed의 급격한 금리(federal fund rate) 인상

- 인플레이션: (1) 비용인상 인플레이션, (2) 수요견인 인플레이션
- 금리 인상 효과: 수요증가 억제 → 기대 인플레이션 억제 → 실제 인플레이션 억제 → 지속적 가격 하락 기대
- Pivot 기대: rate hike 이후 recession 가능성 억제, 미국 통화정책의 미세조정 가능성?
- 미국 평균 실질금리=1%, 현재 (-) 실질금리 수준, 점차 실질 금리가 높아지고 있음

### A Positive Real Fed Policy Rate



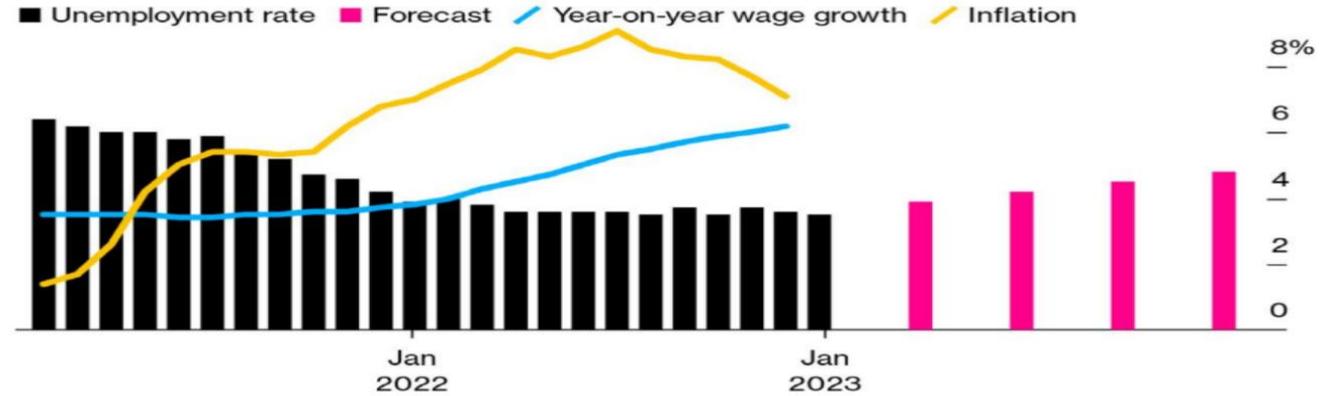
## 2. 미국 job market 견고

### ● 미국 고용시장은 여전히 공고

- 미국 완전고용 상태(실업률 3.4%)
- 실업수당 청구 지속적 감소, 신규 고용 증가
- 그러나 Job growing disinflation 불가능
- Cooler labor market 불가피
- Big tech & Finance 해고 시작
- 서비스업 등 인건비 상승 기업 압박 시작

### Jobs, Wages and Inflation

A hiring boom has helped US wages catch up with prices. Most economists say a cooler labor market is needed to bring inflation down in 2023



Bloomberg



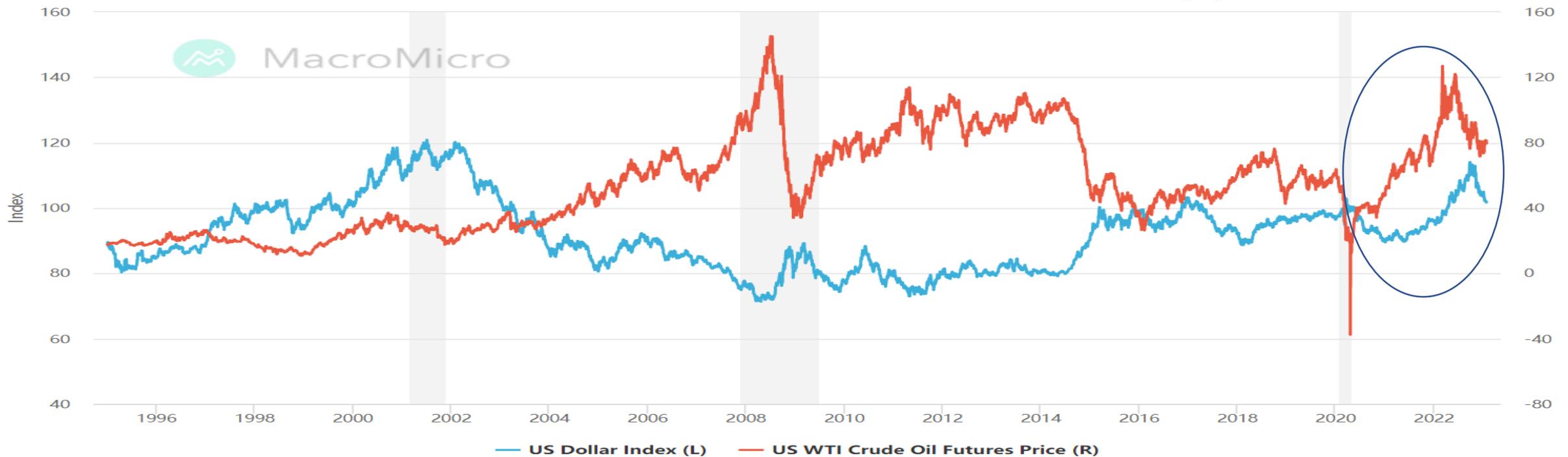
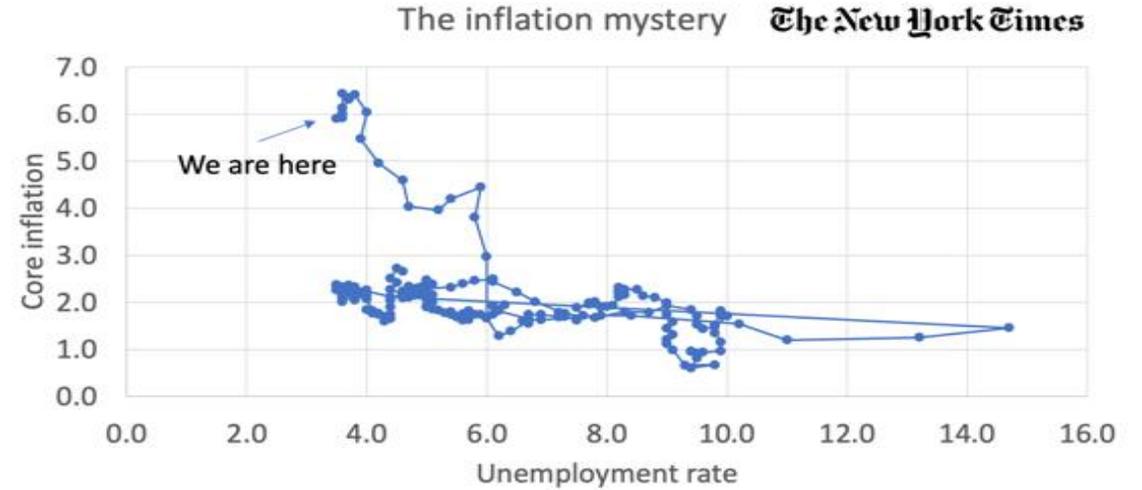
## 2. 필립스커브(Phillips Curve) and 전비(Warfare)

### ● 미국 인플레이션+낮은 실업률

→ 연속적 급격한 금리 인상(by Fed)

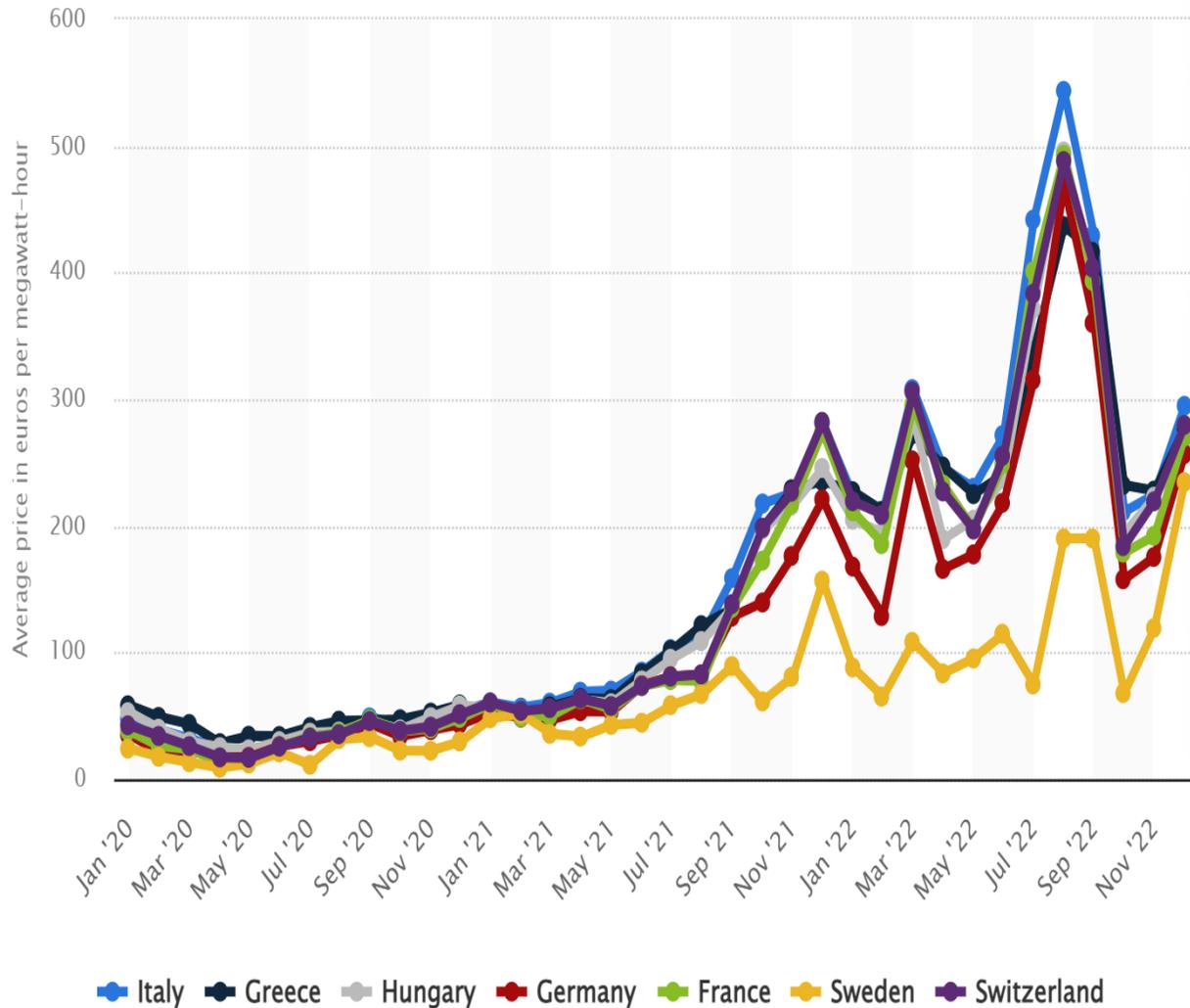
→ 필립스커브 부활

- Unemployment & inflation 역관계
  - 전통적 필립스커브의 부활
- 목적1: 국내 인플레이션 억제, 실업률 상승 동반
- 목적2: 원유가격 하락을 통한 러시아 전비 억제



## 2. 에너지가격 인상과 에너지 부양책

Average monthly electricity wholesale prices in selected countries in the European Union (EU) from January 2020 to December 2022

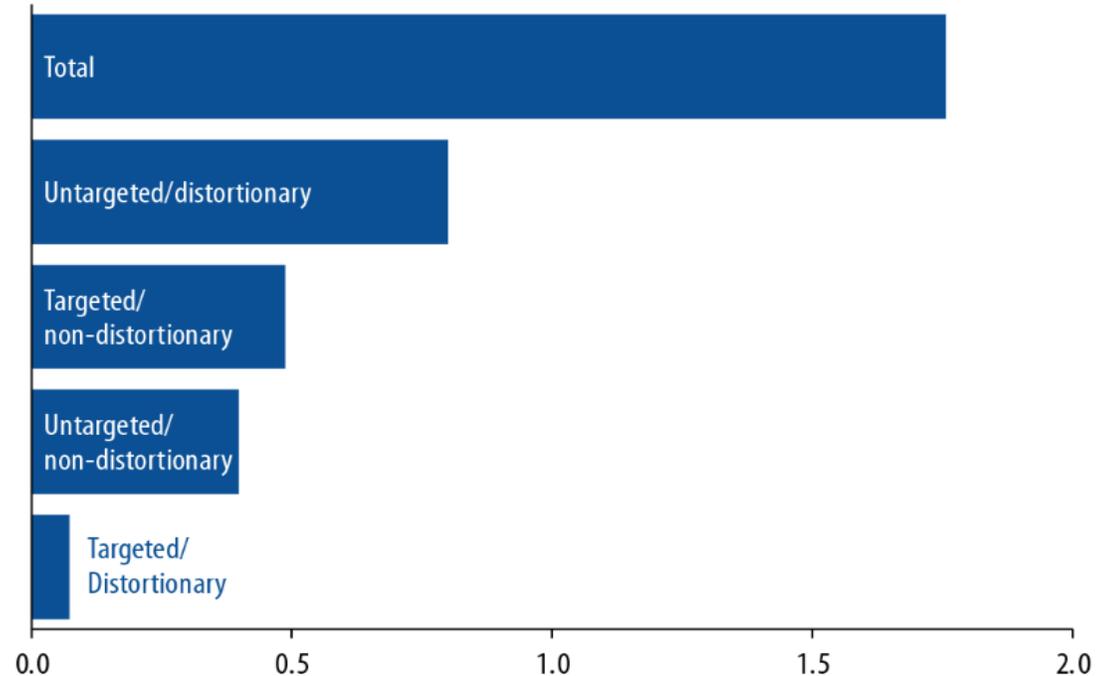


### ● 유럽의 전력, 가스 가격 폭등 & 에너지 부양책

- €1 trillion 에너지 부양책
- GDP 대비 약 1.8% 이상을 에너지가격 보조를 위해 사용할 예정

### Expensive intervention

The fiscal costs of protecting Europe's households from higher energy bills are large, especially expensive untargeted measures that account for more than half. (2022/23 fiscal costs of household support measures, percent of GDP, median across European countries)



Source: IMF calculations based on official announcements.

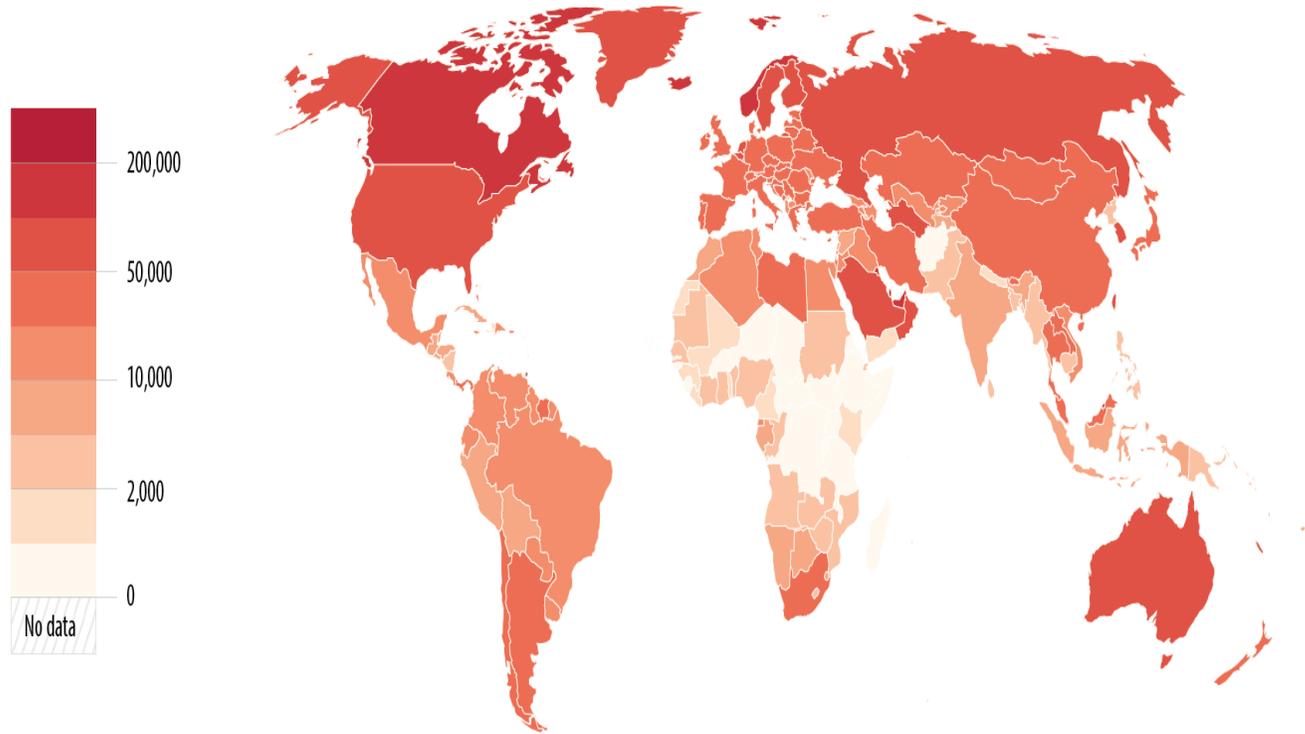


## 2. 에너지 불평등 심화

- 에너지 불평등 구조: 100배 차이 에너지 사용량
- 인구 증가: 100억명 예상(2100년), 주로 저개발 국가(아프리카, 중남미)만 인구증가

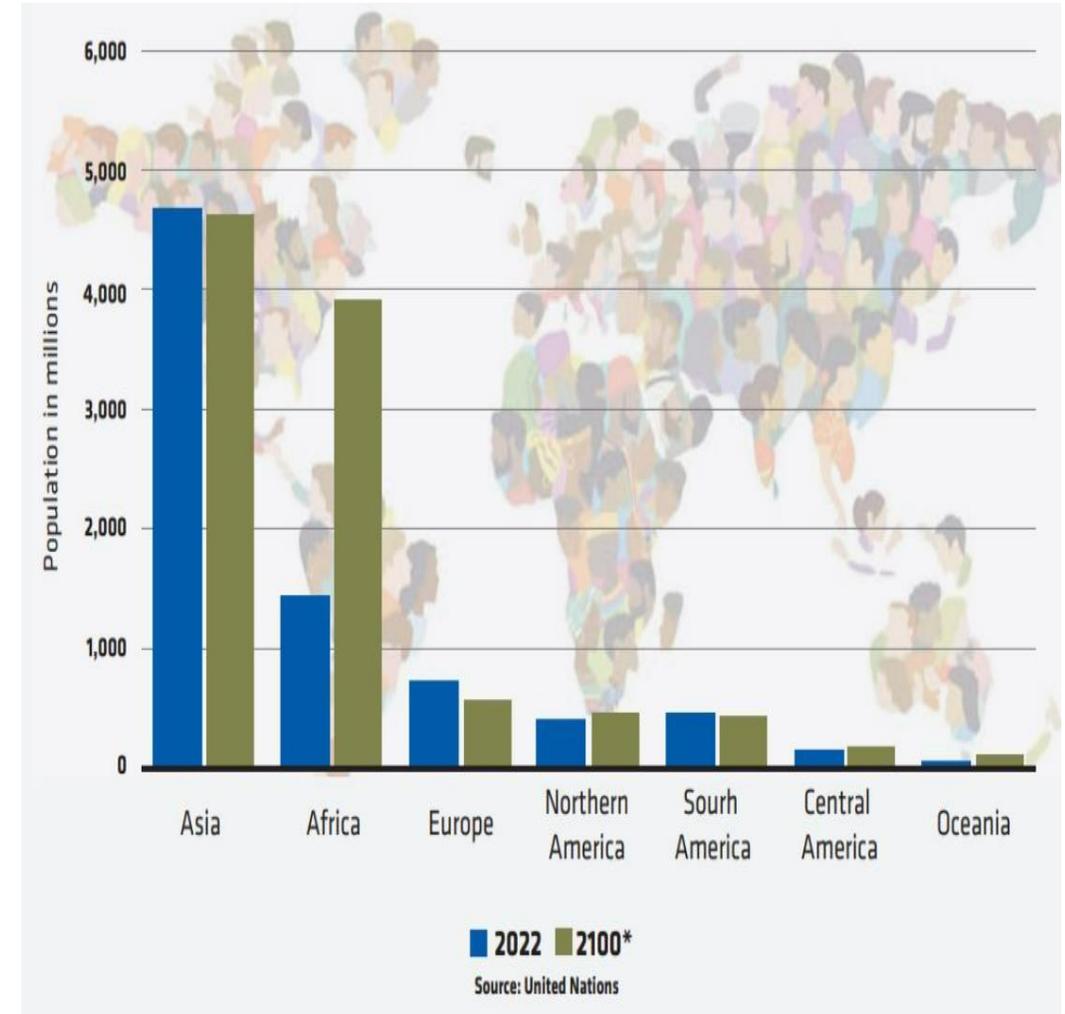
### Powering up

Energy use varies: the average person in some countries consumes as much as 100 times more than the average person in some of the poorest countries.  
(energy use per person, 2021, kilowatt-hours)



Sources: Our World in Data based on the BP Statistical Review of World Energy; and the Shift Project's data portal.

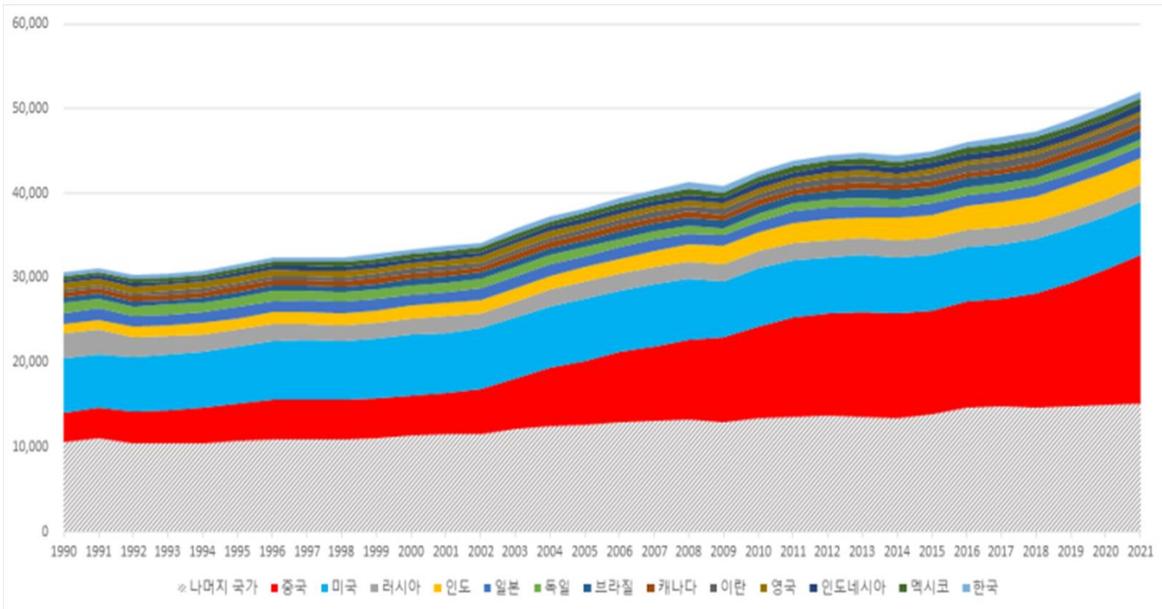
Note: The map shows primary energy consumption per capita. The boundaries, colors, denominations, and any other information shown on the map do not imply, on the part of the IMF, any judgment on the legal status of any territory or any endorsement or acceptance of such boundaries.



## 2. 탄소배출 데이터의 허망함 & Growth와 coupling 여전

- '22년 유럽 전력부문 배출량 증가
- 글로벌 배출량은 지속적으로 상승 중: 생산 vs 소비 기반 모두에서 증가 중
- Growth와 emission이 글로벌 수준에서 decoupling 되었다는 증거는 없음
- 1/3이 Rest of World로 추정함

[그림 30] 국가별 생산기반 배출량

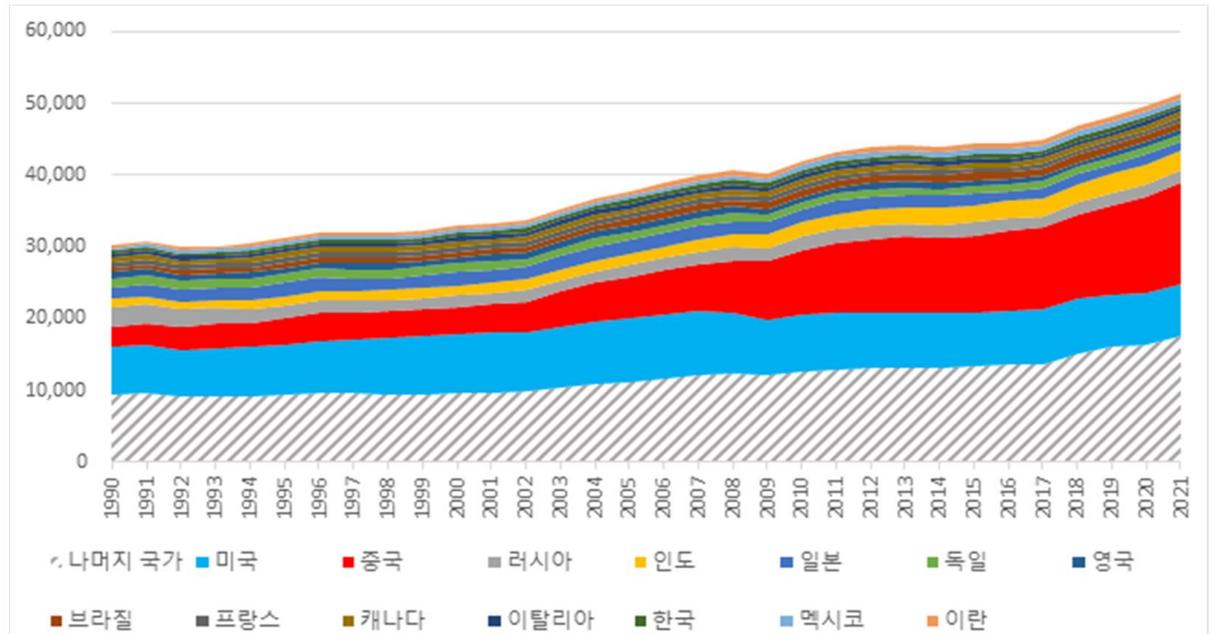


### Power Emissions Bounced in the EU Last Year

But CO2 from electricity is still down from 2019 and set to fall this year



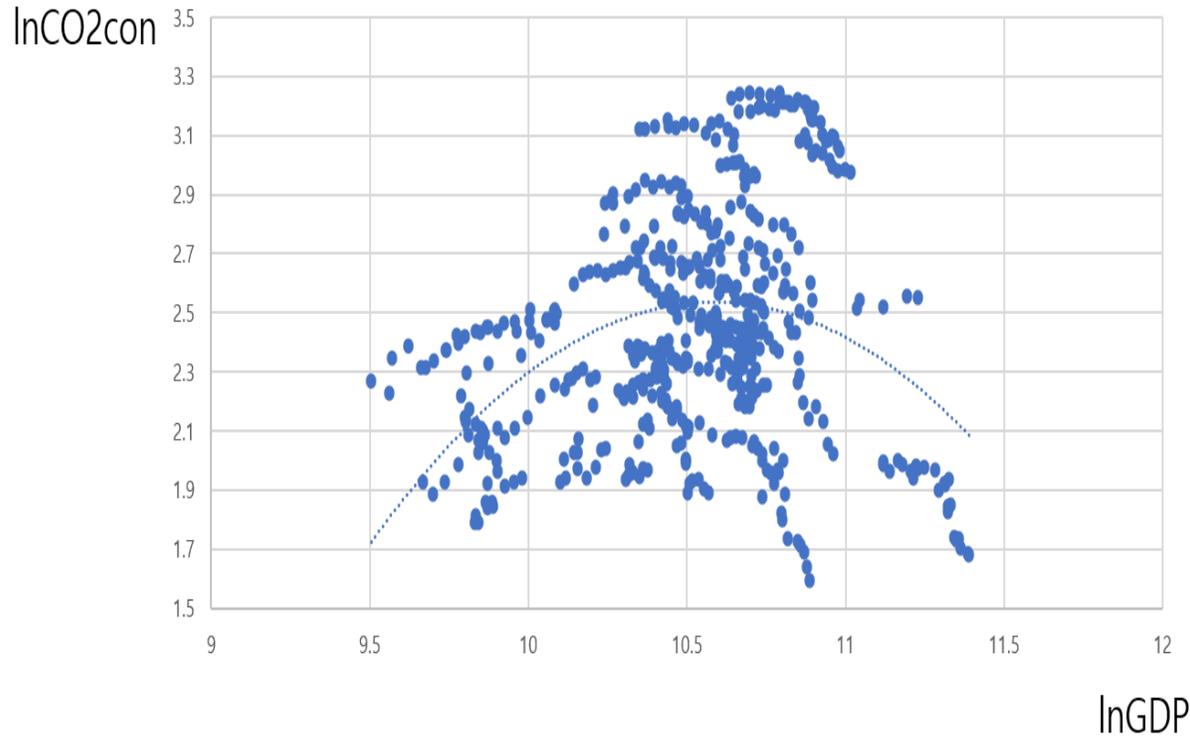
[그림 31] 국가별 소비기반 배출량



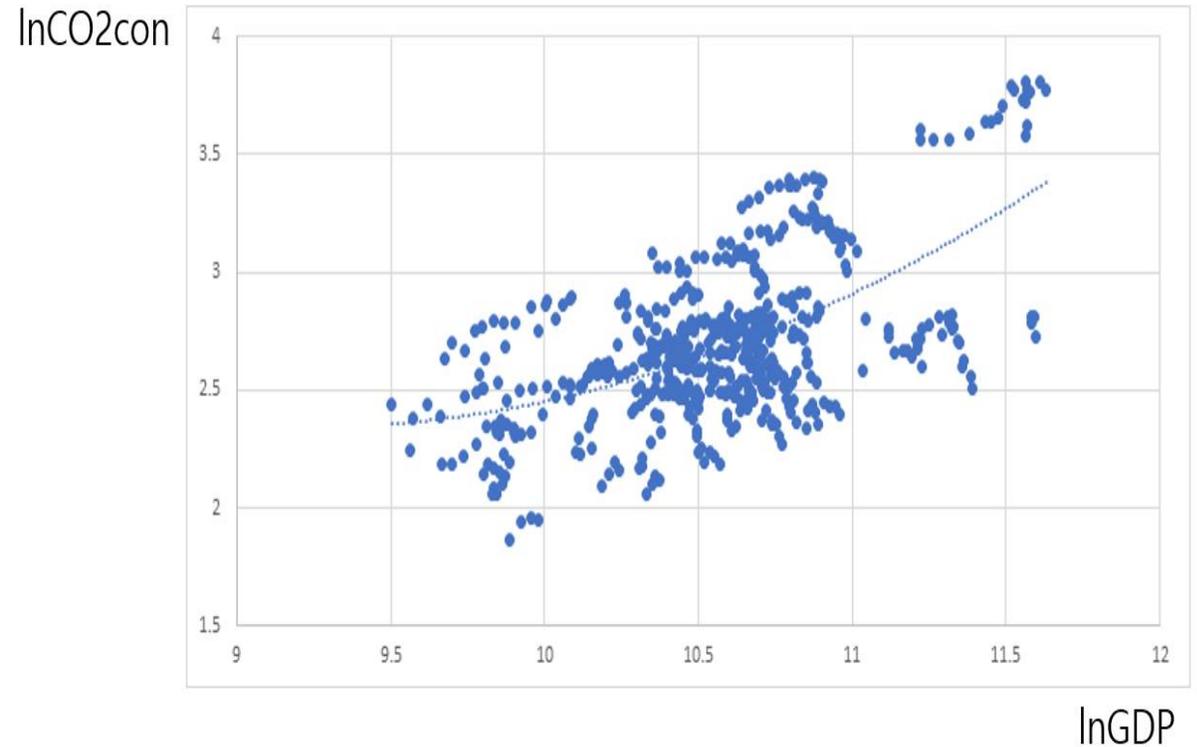
## 2. OECD EKC(생산 vs 소비)

- 환경쿠즈네츠 곡선(Environmental Kuznets Curve, EKC)
- 생산기반은 이미 디커플링, 소비기반은 여전히 상승 중
- 선진국 중심인 OECD는 경제성장과 소비는 동시 증가 증이고, 생산기반은 이미 하락세임
- 결국 생산을 자국에서 안할 뿐 해외에서 생산된 탄소-embded 제품을 소비하면서 경제생활 중

<생산기반 EKC>



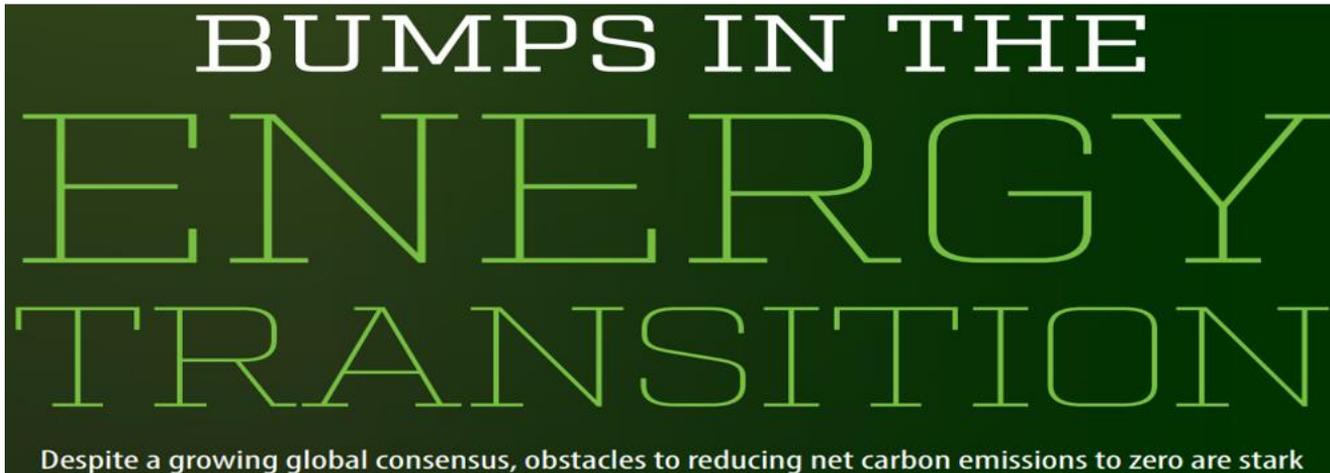
<소비기반 EKC>



# 3. 에너지위기 전망

---

### 3. Low Carbon Economy is bumpy but keep going



DANIEL YERGIN

“ The objective of this transition is not just to bring on new energy sources, but to entirely change the energy foundations of what today is a \$100 trillion global economy. [Tweet](#) ”

에너지안보

- The return of energy security as a prime requirement for countries

탄소중립 속도

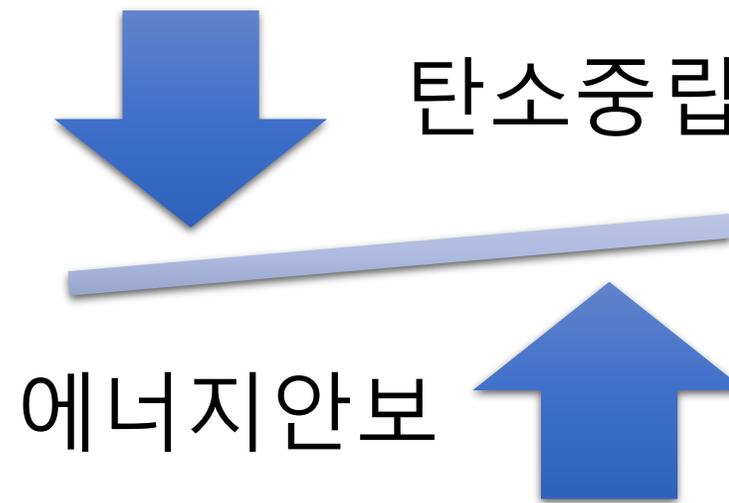
- Lack of consensus on how fast the transition should and can take place, in part because of its potential economic disruptions

국가간 불평등

- A sharpening divide between advanced and developing countries on priorities in the transition

광물자원공급망

- Obstacles to expanding mining and building supply chains for the minerals needed for the net-zero objective



# 3. Low Carbon Economy Investment

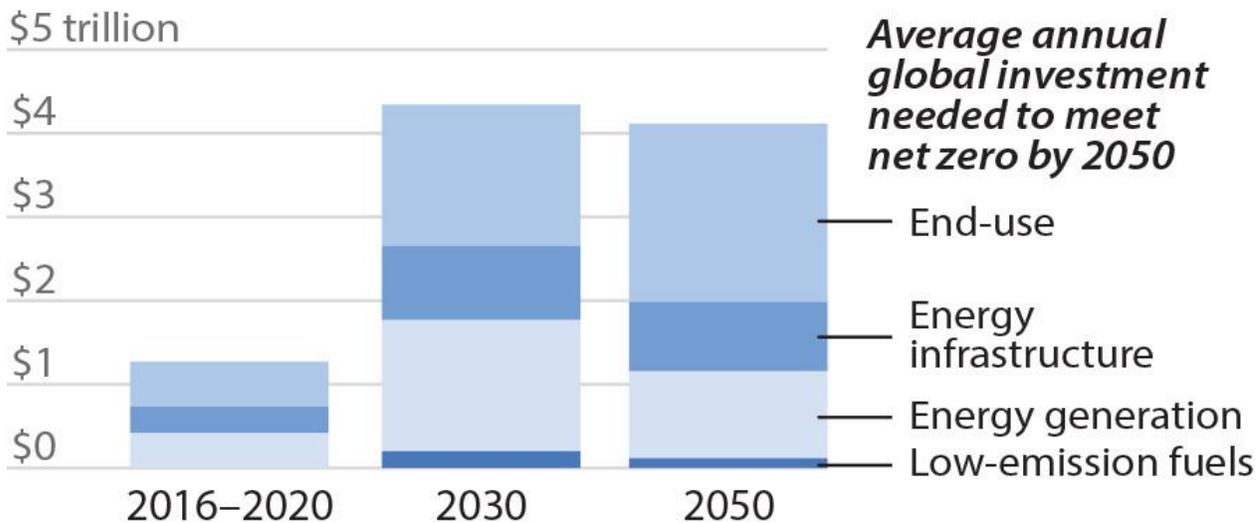


## ● 탄소중립을 위한 자본투자 증대, 매년 \$4조 이상

- 저탄소 발전: 재생, 수소, 암모니아 등
- 에너지 인프라: 송배전망, ESS, 관성유지, 부하조절
- 에너지 효율화: 에너지 기기 효율 향상
- 친환경은 사치재: 돈 없는 국가는 누릴 수 없음

## Net Zero Requires Vast Amounts of Global Capital

Clean energy investment worldwide must triple by 2030



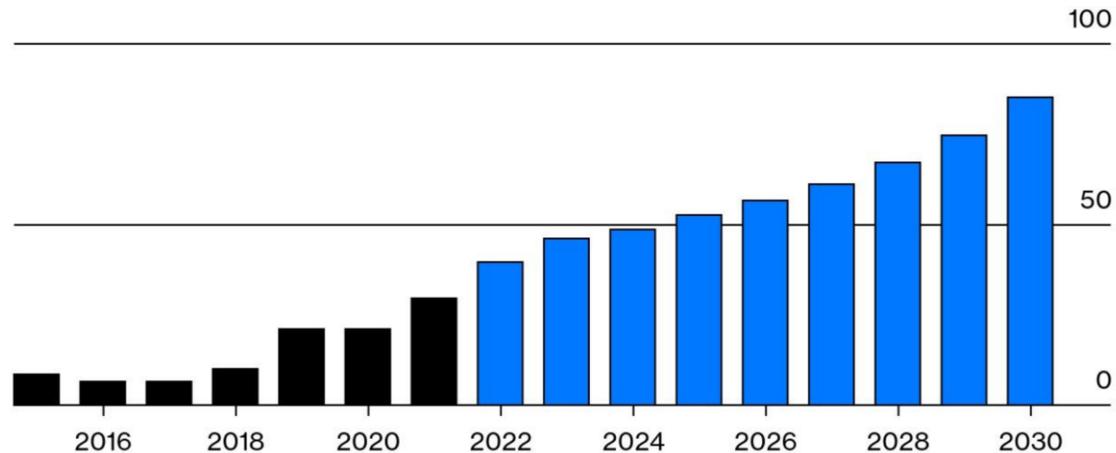
Source: IEA

IEEFA

## Solar Is Set for Strong Growth

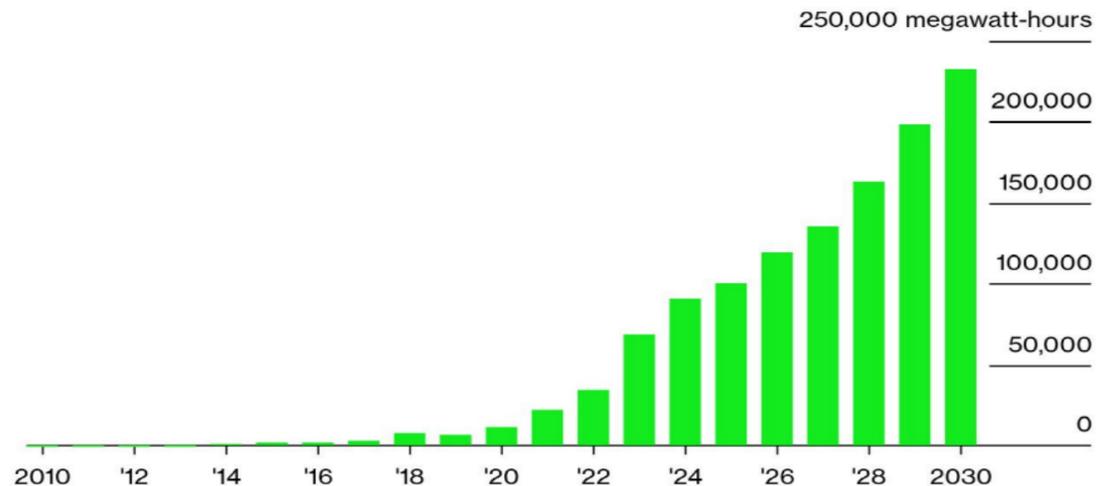
Europe's new solar capacity, in gigawatts

■ BloombergNEF estimates



## Doubling This Year

Annual energy storage capacity additions



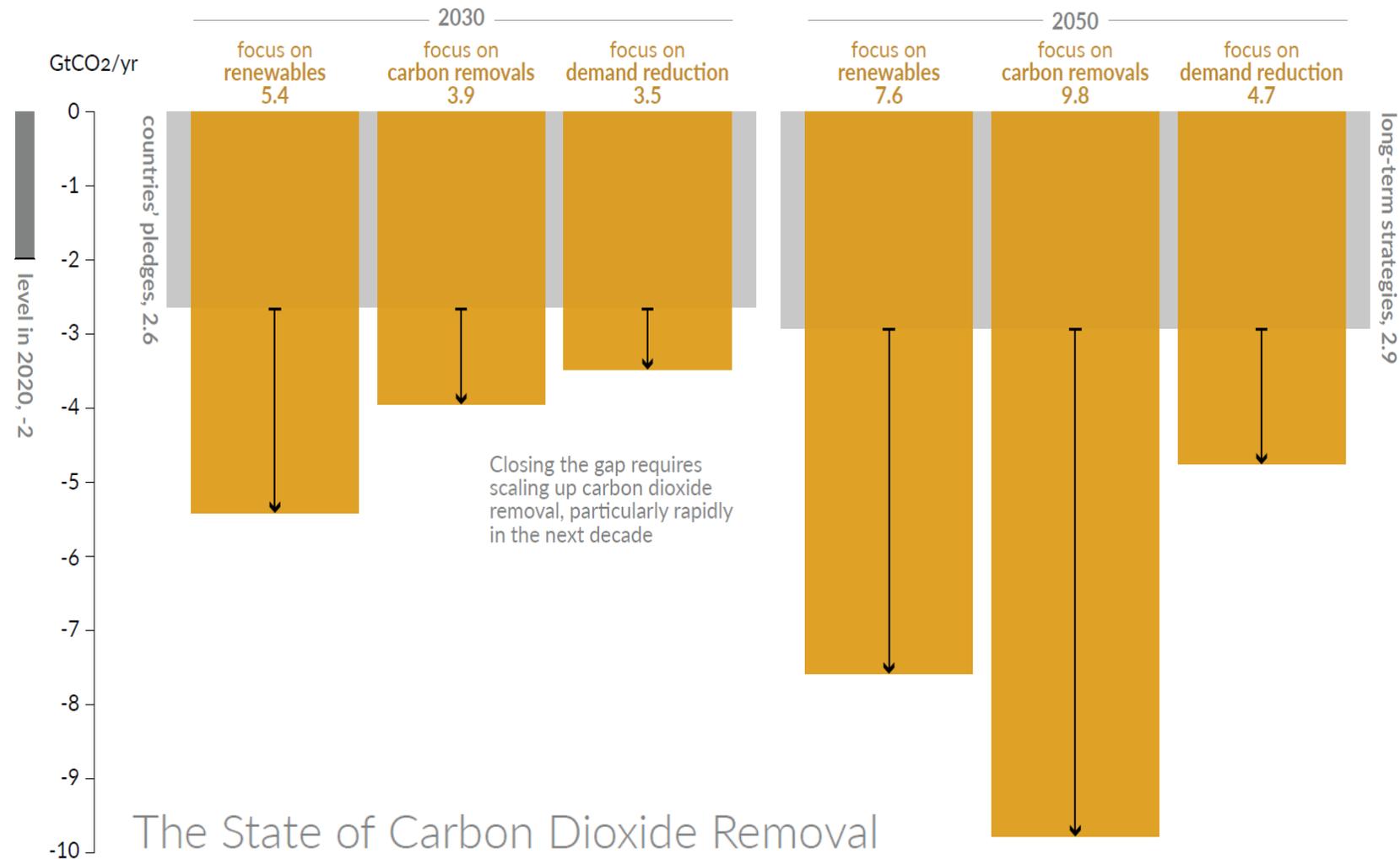
### 3. Low Carbon Economy is off the planned track

#### ● 2050 탄소중립 위한 CDR 목표

- 각국이 제시한 NDC로는 파리협정의 -2°C를 맞출 수 없음
- Renewable 31%
- Carbon Removal: 33%
- Demand Reduction: 48%
- 2030년 기준 충족 못함
- 2050년 목표 달성 불가
- CCS, DAC 기술 등이 상용화 되어도 불가능

There is a ↓ gap between proposed levels of carbon dioxide removal and what is needed to meet the Paris temperature goal

Carbon dioxide removal (GtCO<sub>2</sub>/yr), proposed levels compared to three Paris-relevant scenarios in 2030 and 2050



### 3. 저탄소 경제로의 정책은 글로벌 정치적 아젠다

- 저탄소 경제로의 이행은 정치적 아젠다가 됨
- 재생에너지 중심의 에너지전환은 가속화
- 민주주의의 한계(?): 다수 & 소규모 친환경(재생에너지) 사업자 급속 증가 → 정치세력화
- 유럽의 녹색당은 10-15% 득표하나 내각제 중심인 유럽의 정치 지형상 연립정부에 참여함
- 경제적 측면에서 재생에너지는 고비용 에너지 구조 고착화이나 정치적으로 친환경 명분이 자리잡음
- 법과 제도를 모두 바꾸고 있음: ESG 등을 내세워서 친환경 공시로 산업과 기업의 투자구조, 지배구조 전환
- 부의 불평등 심화의 과정: 사다리 걸어차리, 저탄소 친환경은 사치재(저소득 국가는 누릴수 없음)
- 국제 무역질서의 역전: 저에너지비용 저인건비를 통한 무역의 비교우위를 탄소가격으로 역전하려는 시도

금번 에너지 전환은 석탄, 석유 에너지 전환과는 전혀 다른 양상  
재생에너지 중심의 전환은 경제적 선택이 아니라 정치적 아젠다임  
유럽중심의 친환경 드라이브

국제 경제 질서의 대변혁  
친환경 저탄소 경제로의 이행을 역행하기 어려움  
미국이 참전하는 순간(IRA)부터 이미 기울어진 운동장

### 3. 에너지를 둘러싼 신냉전체제

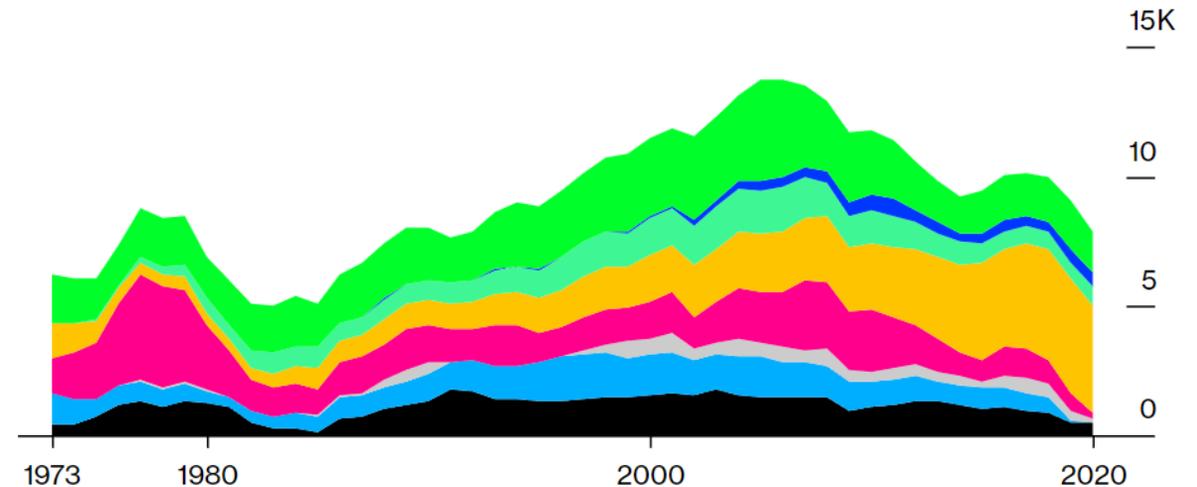
- 원유, 천연가스, 광물자원을 둘러싼 신냉전의 새로운 양산 & 공급보다 수요가 중요
  - demand effect > supply effect → OPEC+의 감산소식보다 미국 실업률 data 발표 후 큰폭으로 상승
  - 유가는 OPEC과 러시아의 재정안정에 매우 중요하여 미국 vs OPEC+의 갈등으로 번지는 양상
  - 미국은 이미 원유의 OPEC 의존도는 지속적으로 감소하여 원유가 근본 원인이 아님
  - 러시아, 중국, 인도, 사우디(?) vs 미국, 서유럽 의 신냉전이 에너지시장의 불안요인으로 등장



#### US Crude Oil Imports by Country of Origin, 1973-2020

Most US crude comes from Canada

Legend: Saudi Arabia, Venezuela, Iraq, Other OPEC Countries, Canada, Mexico, Russia, Other Non-OPEC Countries

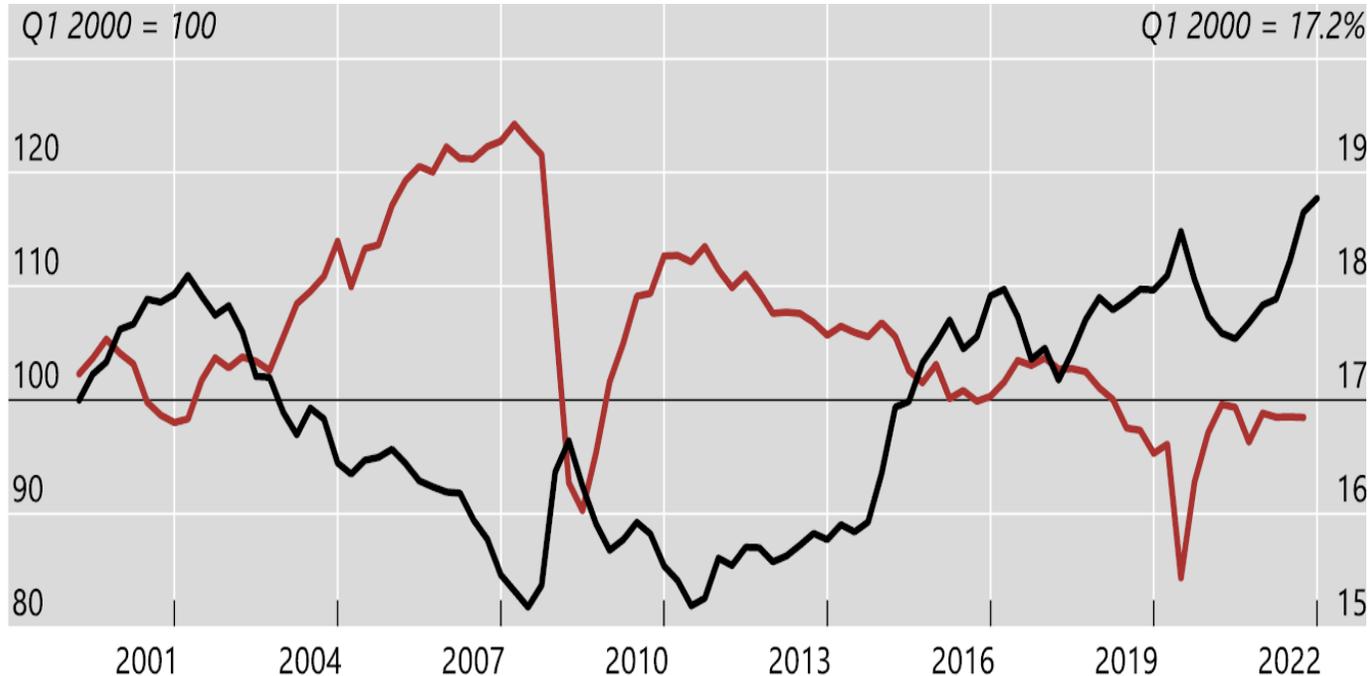


Source: Department of Energy, thousand barrels per day

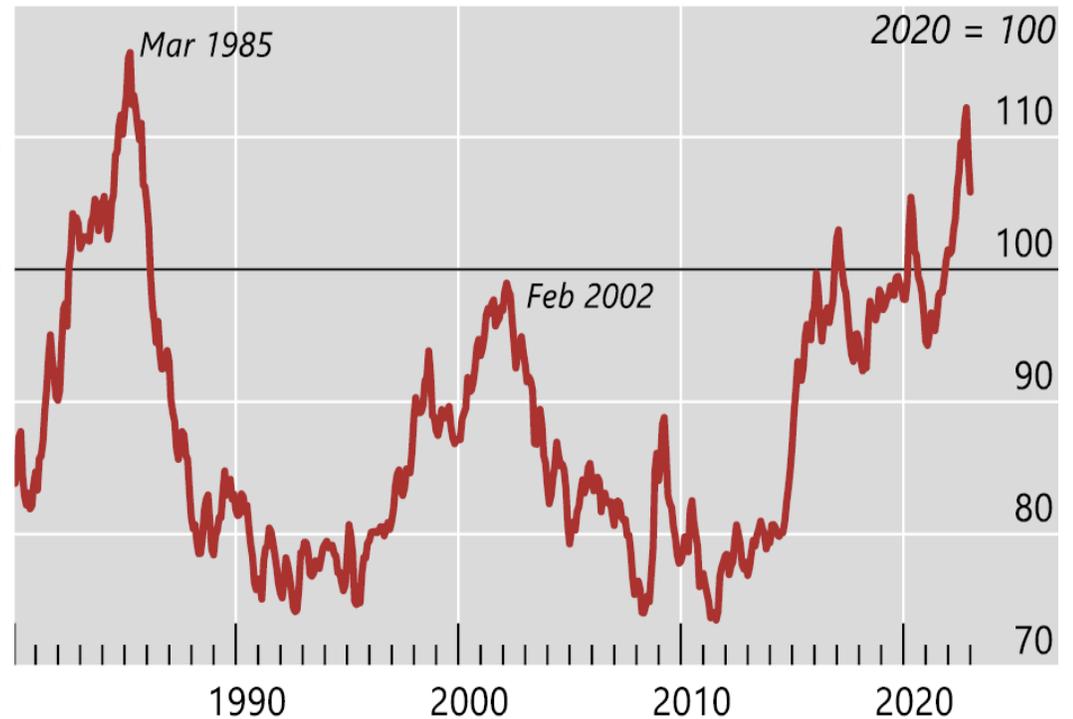
### 3. Dollar index & 글로벌 무역비중/GDP

- 달러가치와 글로벌 무역비중/글로벌 GDP은 역의 관계

- 달러가치가 높을 때 국제 무역은 감소함, 달러가치가 하락해야 국제 무역이 회복됨
- '08년 금융위기 이후 글로벌 무역비중/GDP는 하락패턴, 달러강세는 1985년 이후 '22년 최고점 이후 하락중
- 글로벌 교역이 무역장벽과 무역분쟁으로 지속적 하락 추세



Lhs: — Nominal broad dollar index<sup>1</sup>      Rhs: — World goods exports (volume) / GDP (at constant prices)<sup>2</sup>



— Real USD index

### 3. US only

#### ● 미국 & friendly-shoring

- 금리 이상은 '23년 상반기를 지나야 진정될 국면  
→ Pivot이 될 때까지 글로벌 금융불안
- IRA(Inflation Reduction Act) → 에너지 및 제조업 자국 산업화법
- 중국 배제 정책: 중국산 태양광, 전기차와의 완전한 결별 → 인플레이션 요인 & 친환경산업 미국주도로
- 미국내 생산과 Friendly-shoring만 인정

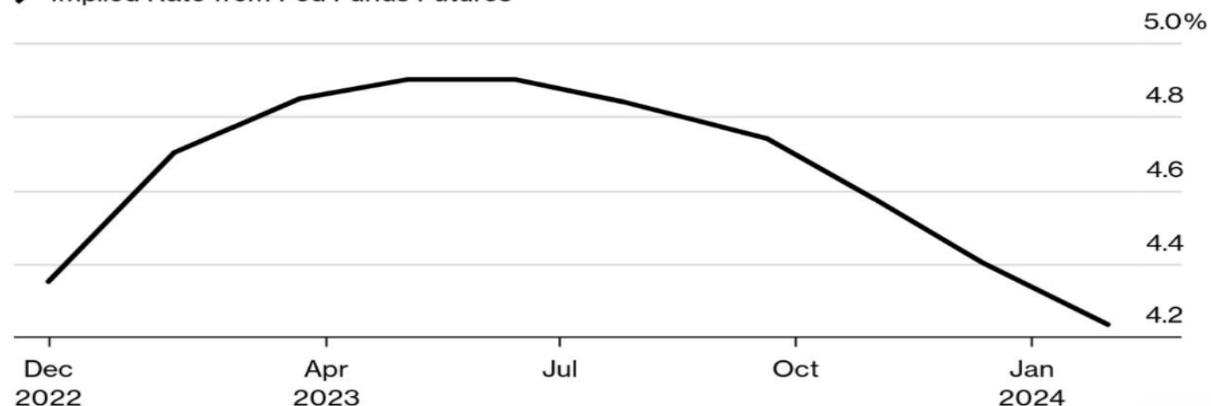
#### Strategic Opportunities

- Increase domestic raw material availability
- Expand domestic manufacturing capabilities
- Invest and support the formation of diverse and reliable foreign supply chains to meet global climate ambitions
- Increase the adoption and deployment of clean energy
- Improve end-of-life waste management
- Attract and support a skilled U.S. workforce for the clean energy transition
- Augment supply chain knowledge and decision-making

#### Markets Pricing In Rate Cuts by Late 2023

Wall Street is looking for Fed to blink in face of slower growth and inflation

Implied Rate from Fed Funds Futures



Source: Bloomberg's implied rate path according to fed funds futures

Bloomberg

## America's Strategy to Secure the Supply Chain for a Robust Clean Energy Transition

U.S. Department of Energy Response to Executive Order 14017, "America's Supply Chains"

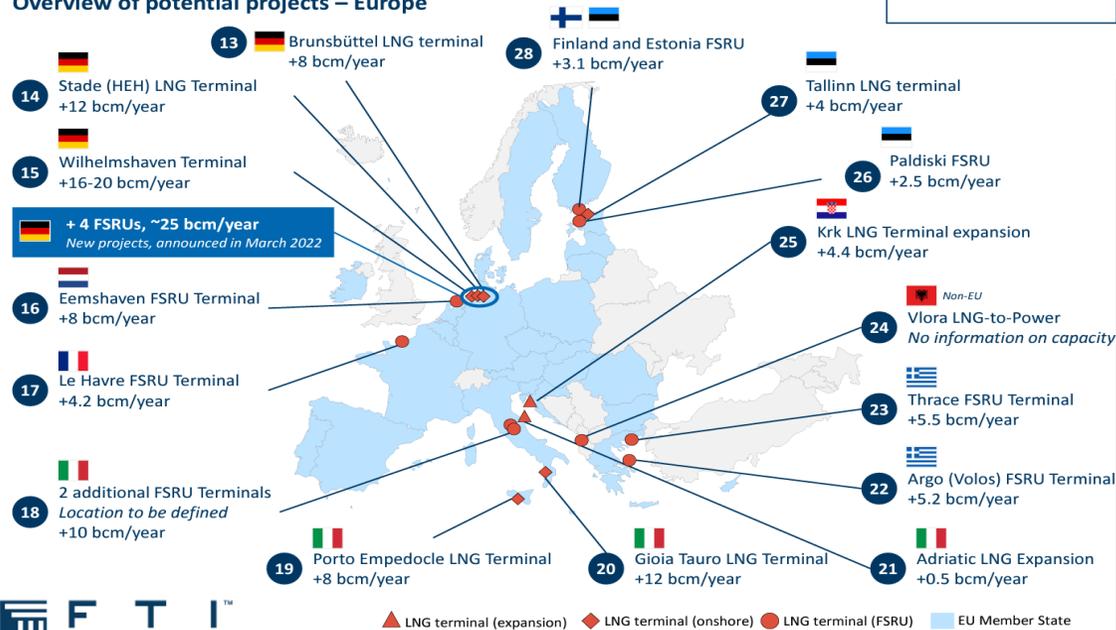
# 3. EU 헤어질 결심(재생에너지 확대, LNG 대체)

## ● EU의 LNG 프로젝트 추진

- 1/20일자 재고 약 80%(예년 40% 초과)
- 1060억유로(150조원, 140유로/mwh 기준)
- EU는 적어도 21개 LNG 프로젝트 런칭
- 단기간에 가능한 FSRU 추진 포함
- 약 128bcm/y 해당하여 러시아 물량 대체
- 글로벌 LNG 공급 부족 심화 및 장기화 가능성

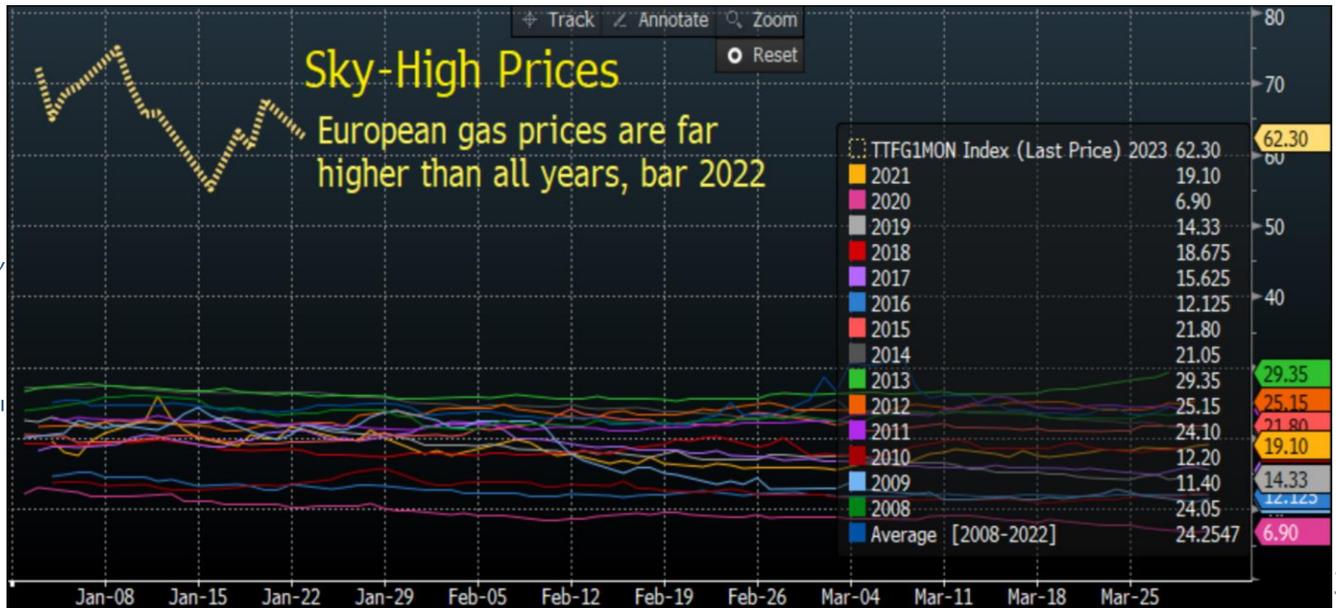
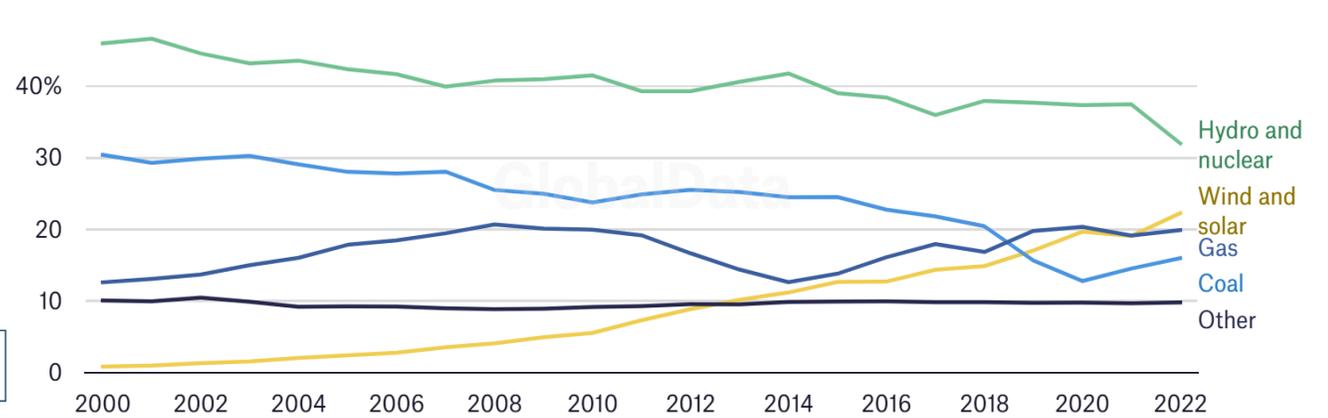
Since the beginning of the war, there are at least 21 projects that either appeared or were re-launched / accelerated, for a total of 128 bcm

### Overview of potential projects – Europe



## Wind and solar generated 22% of electricity in 2022, EMBER overtaking gas for the first time

Share of electricity generation by source in the EU



# 3. EU CBAM & Tif-for-tat with the US

## EU vs Asian Countries

### EU CBAM Proposal Versions

Proposal Version	Covered Sectors	Implementation Timeline	Phase-out of ETS Free Allowances	Exemptions of Import Fees	Export Rebate
<b>Commission Proposal (July 2021)</b>	Cement, iron, steel, aluminum, fertilizer, electricity	Data reporting system in place by 2023, import fees starting to be collected by 2026	To be phased out entirely by 2035	Credit available if a direct carbon price (a carbon tax or emissions trading allowances) is paid in the home country	Not included
<b>Rapporteur's Suggested Amendments (December 2021)</b>	Cement, iron, steel, aluminum, fertilizer, electricity, organic chemicals, hydrogen, polymers	Data reporting system in place by 2023, import fees starting to be collected by 2025	To be phased out entirely by 2028	Same as the Commission proposal	Not included
<b>Provisional Agreement (December 2022)</b>	Cement, iron, steel, aluminum, fertilizer, electricity, hydrogen, some downstream goods such as nuts and bolts	Data reporting system in place by October 2023, full CBAM to be phased in gradually starting from 2026	Starting to be phased out in 2026 and eliminated by 2034	Same as the Commission proposal	Not included

## EU vs US

Europe cannot afford to engage in tit-for-tat with the US

We should not allow our response to the Inflation Reduction Act to threaten functioning markets and fair competition

Dr2 CONSULTANTS  
your key to Europe

**Green Deal Industrial Plan**

KEY TAKEAWAYS →

미국 IRA에 대응하기 위한 clean tech 부양책

### 3. 중국 reopening 경기 회복?

#### ● 시진핑 제 3기 독재 공고함에 따른 경제 위기

- 부동산경기 악화
- 소비여력 회복: 코로나 봉쇄 해제로 중국 수요 회복
- 중국의 추가 저축 여력+러시아의 값싼 에너지
- 해외 수요 둔화: 미국의 강력한 중국 배제와 무역분쟁
- 정책여력 제한: 자본 유출 심화
- 긍정적 측면: 인구를 바탕으로한 내수 강세 여전
- 유니콘 기업 1,000개 매년 양산: 50-100만개 제품 판매가능

#### Chinese Tourists Aren't Flying Out So Soon

Outbound flights from China in Q1 are way below pre-Covid levels

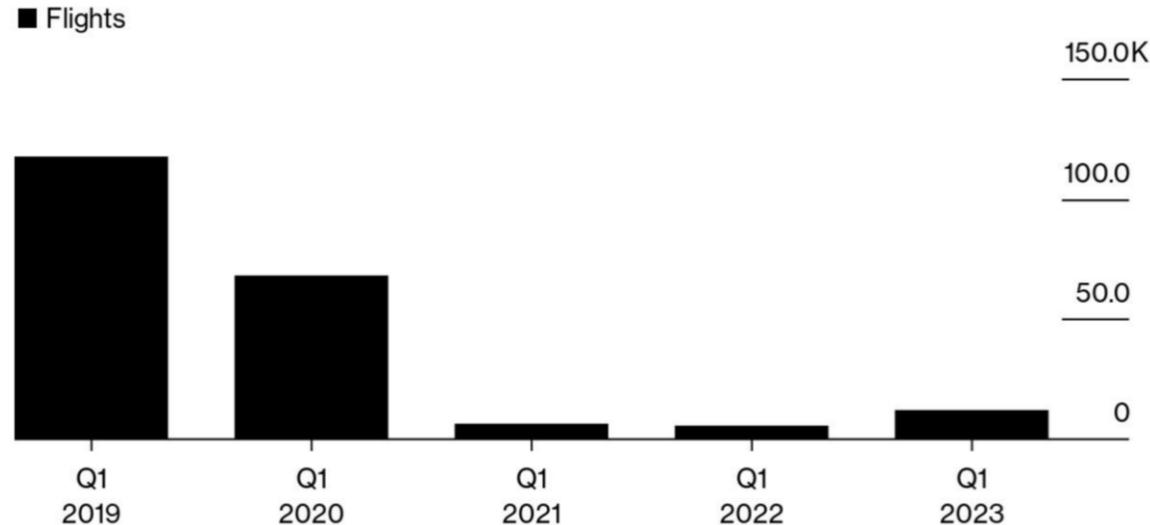
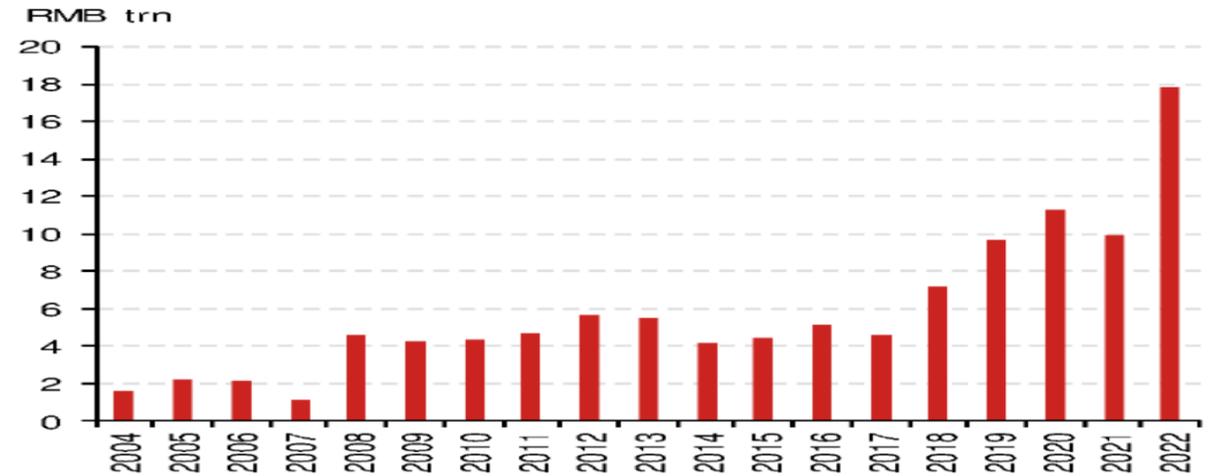


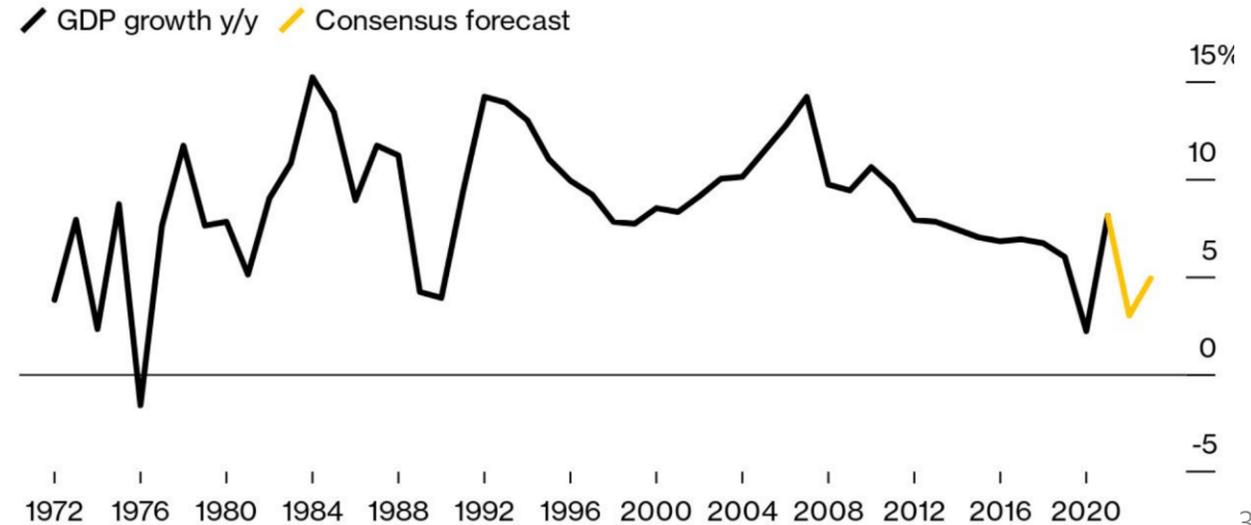
Fig. 2: Net increase in China's household saving deposits



Source: CEIC and Nomura Global Economics.

#### China's Economy Is Expected to Rebound in 2023

After slowing to an estimated 3% last year



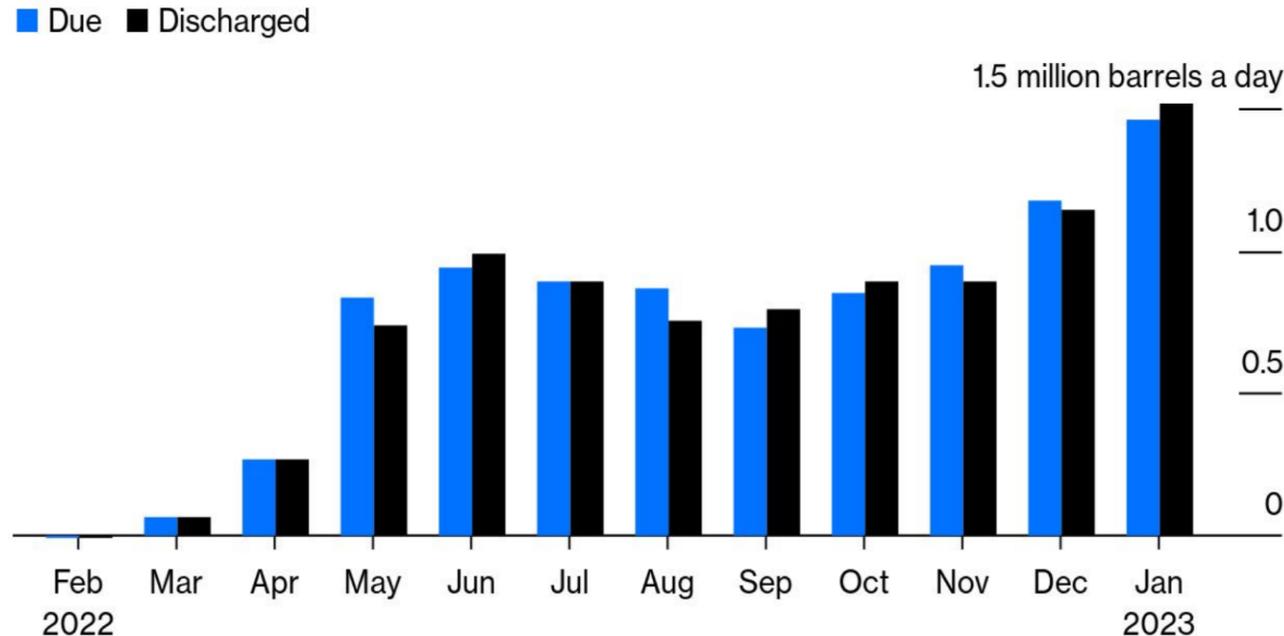
### 3. 러시아(energy slave)

#### ● 에너지 덤프링 국으로 전략

- 유럽의 러시아 원유, 천연가스 sanction 효과
- 현재 덤프링 중, 새로운 판로 개척해야
- 원유는 운송이 용이: 중국과 인도가 저렴하게 수입
- 천연가스는 당분간 LNG로 판매: 중국, 인도, 중앙아시아
- 중국, 인도와 새로운 파이프라인 구축
- New energy slave of China and India

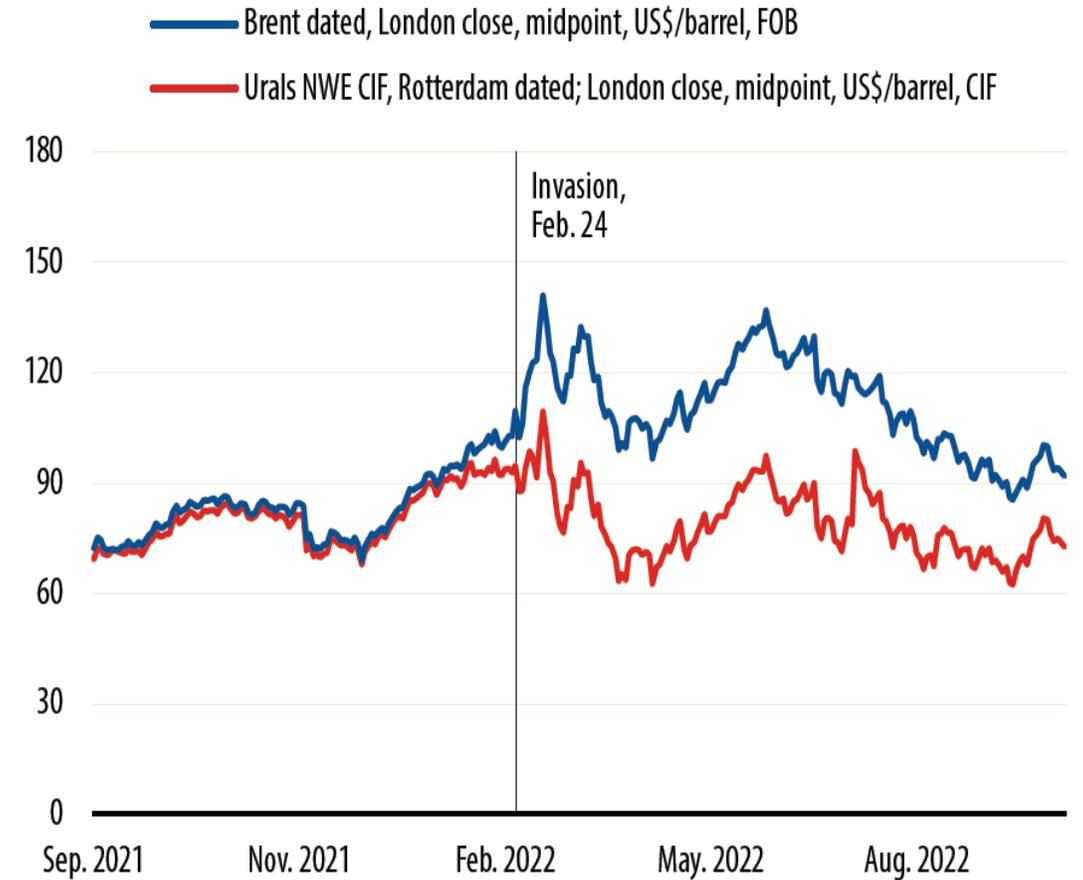
#### Russia's Lifeline

India's imports of Russian crude soar to new heights in January



#### A widening spread

Russian oil prices now trade at a steep discount following the invasion of Ukraine. (Brent-Urals oil price spread)



Source: Argus Media (latest observation: October 17, 2022).

Note: CIF = cost, insurance, and freight; FOB = free on board; NWE = northwest Europe.

## 4. 국내 올바른 에너지정책 방향

---

## 4. 탄소중립 이행 원칙

탄소중립 = 전기화 & 전동화 + 청정연료 전기생산

과학적

열역학 1, 2, 3법칙  
기술진보의 시점적 일치

경제적

수요, 공급  
Benefit > Cost  
인센티브 메커니즘

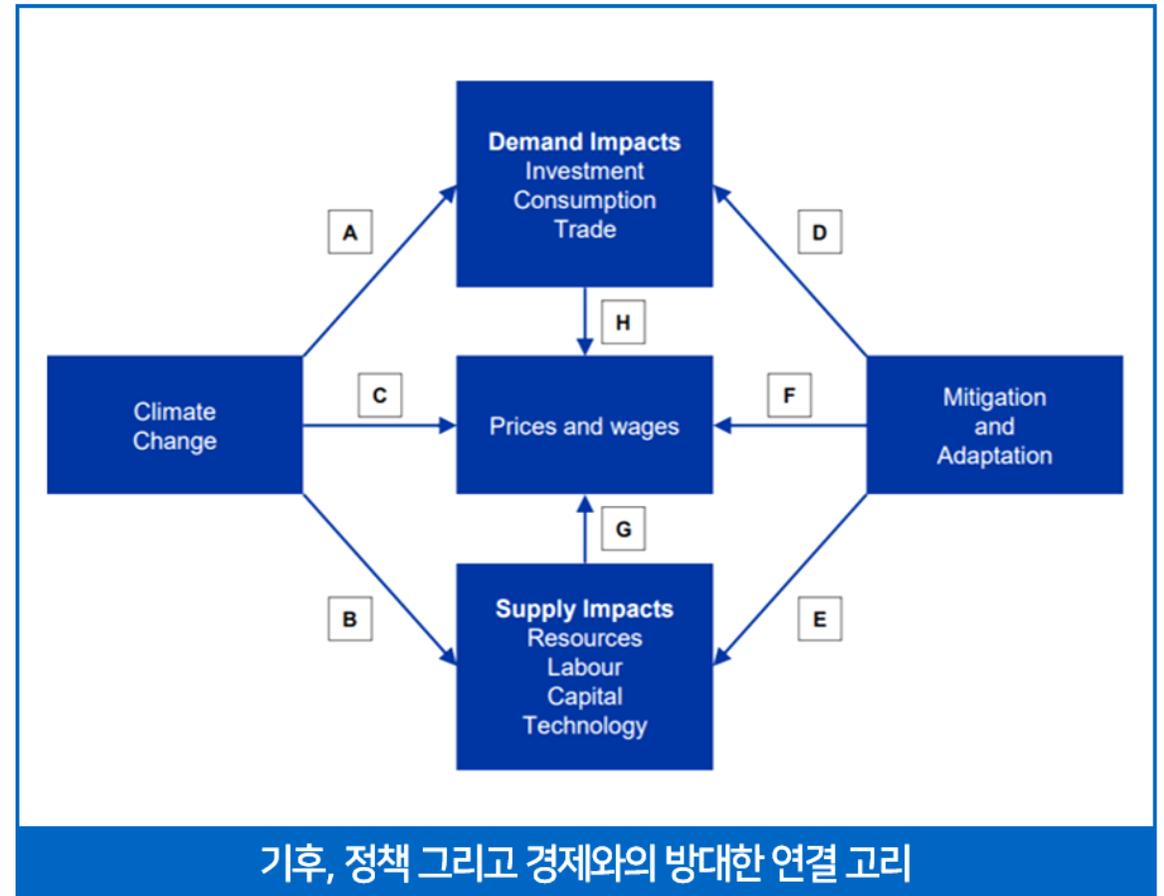
민주적

구성원의 비용분배 합의  
글로벌 기후 담합 Game  
인플레이션 용인+선거

에너지 안보+경제 안보+국방 안보

# 4. 탄소중립 이행 원칙: 일반균형적 접근

- 에너지 전환을 추진함에 있어서 거시경제 전반의 일반균형적 시각 필요
  - 금융, 노동, 기술, 상품, 자원+국제 시장의 일반균형적 시각으로 접근해야
  - 사회적 비용이 수반되며 사회적 편익이 비용을 추월하는 시점적 접근



## 4. 전력믹스 정책: 실현 가능한 합리적 전원믹스

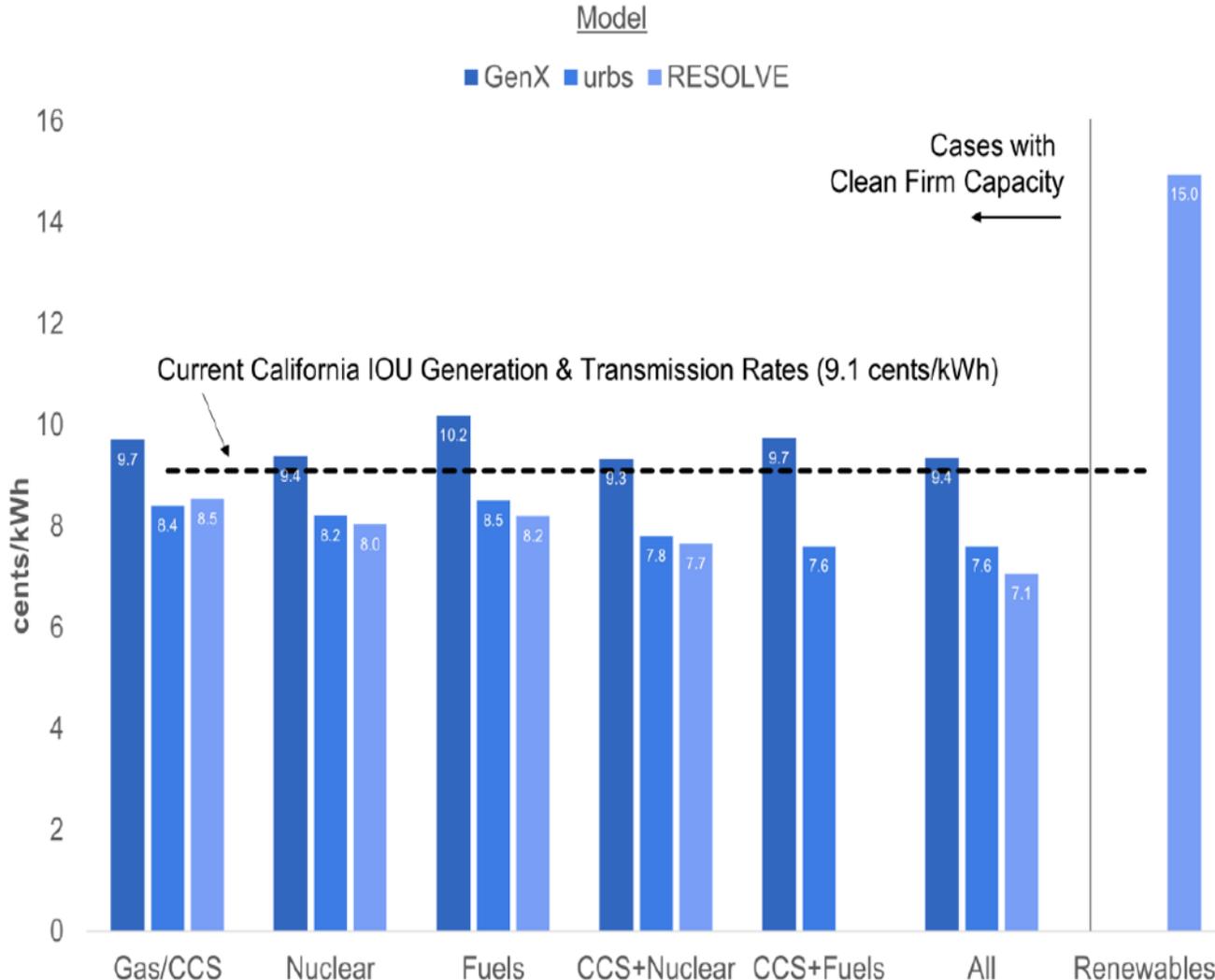
### ● Diversification of Electricity Mix

- 모든 전원은 Pros & Cons
- 적절한 다원화 필요
- 단일계통
- 에너지 안보적 전력 수급 안정
- 온실가스 저감
- 에너지 인플레이션 억제
- 신산업 성장을 위한 R&D
- 산업경쟁력 유지를 위한 전력믹스
- 공정한 전환



# 4. Clean Firm Power

## 미국 캘리포니아 “Clean Firm Power” 연구



### ● 미국 캘리포니아 carbon-free 전력공급 모델링 결과

- Princeton, Stanford, Energy and Environmental Economics(E3) 각기 진행
- Clean Firm Power: 언제든지 필요한 만큼 전력을 제공할 무탄소 전력원 믹스
- Gas with CCS, Nuclear, Fuels, CCS+Nuclear, CCS+Fuels
- 결론: 태양광과 풍력만으로 저렴한 무탄소 전력 공급 불가

These results can help decision makers planning a decarbonized grid, not just in California but in other parts of the world as well

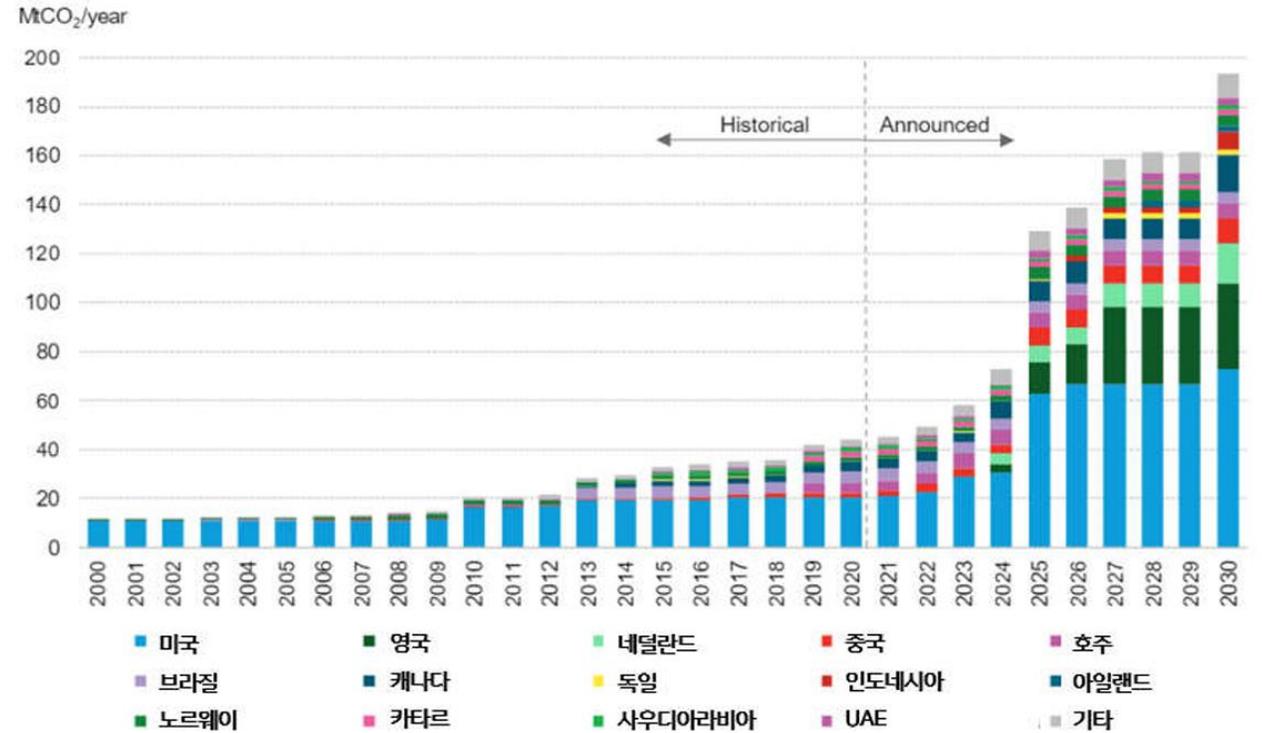
# 4. CCUS(Carbon Capture Utilization and Storage)

“탄소중립 위해 화석연료 결별? 해법은 결국 탄소포집 기술 개발에 있다”

9년째 기후변화 정부 간 협의체 IPCC 이끄는 이회성 의장



- CCUS 연평균 성장률 약 10%이며 향후 16%로 성장
  - 탄소중립 목표+화석연료의 효율적 사용=CCUS
  - `20-`30년 계획된 CCUS 프로젝트 16% 성장
  - 미국은 약 23%로 성장
  - 화력, 수소생산, 에탄올, 시멘트, 화학 생산 등에 다수 활용
  - 미국 45Q tax credit은 활용보다 저장에 더 높은 인센티브 제공



<국가별 CCUS 현황 및 전망, BNEF('21)>

# 4. 수소경제 육성

## 청정수소 생산 지원

☑ (대상) '33.1.1. 이전 건설이 시작된 청정수소 생산 설비의 최초 10년 운영기간 동안 생산한 청정수소에 대해 지원

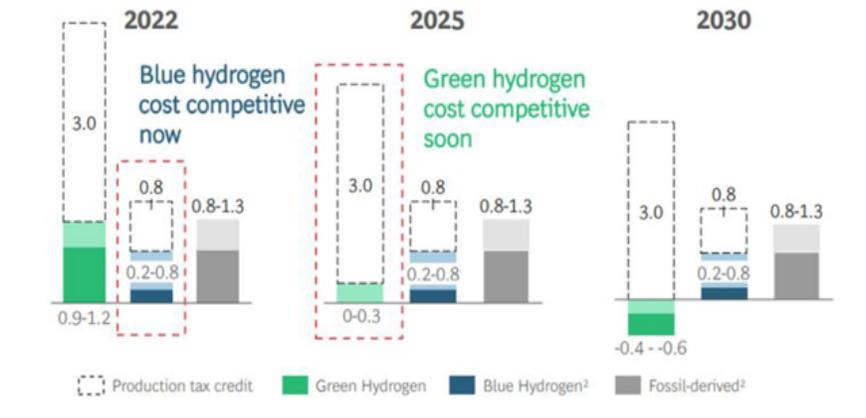
☑ (Incentive) 청정수소 생산 시, 최대 \$3/kg 세액공제

• 기본공제: 적용비율\* × \$0.6/kg

\* 수소 1kg 생산 시의 온실가스 배출량이 CO<sub>2</sub> 환산기준, 0.45kg 미만 100%, 1.5kg 미만 33.4%, 2.5kg 미만 25%, 4kg 미만 20%

• 추가공제: 기본공제액의 5배\*

\* 업계 평균임금 지급 및 공인견습제도 요건 충족 시설에서 생산된 청정수소



## ● 미국 IRA(Inflation Reduction Act)

- 중국에 뺏긴 에너지 패권을 되돌리려는 강력한 정책
- 10년간 청정수소 산업에 보조금, 세금혜택 지원
- 2030년 청정수소 (-) 가격 가능
- 수소트럭+자율주행(운전자1인+트레일러 10대이상)
- 이동수단의 경제성 달성
- 열에너지 전환의 유일한 연료=Hydrogen
- Bill Gates: 전기차 보조금 보다 그린수소산업 육성이 더 중요

## ● EU RePowerEU & CBAM(Carbon Border Adjustment Mechanism)

- EU의 청정 수소에 대한 국제사회에 대한 경제적 압박
- RePowerEU에 2030년까지 2천만톤 수소시장 조성
- CBAM에 수소 포함
- 청정 수소 생산을 위한 재생에너지 요건 강화
- 수소트럭 및 버스 시장 확대
- 장주기 수소저장 시장 확대

※ 출처 : BCG, NH투자증권 리서치 본부 ('22.10, IRA로 인한 그린수소 생산 경쟁력 향상)

# 4. 실현가능한 믹스: 제 10차 전력수급기본계획(발전량비중)

## ● 2030 전원별 발전량 비중

- 원전은 계속운전, 신규 원전 반영으로 발전량 비중 32.4%로 전망
- 신재생은 21.5%로 조정 전망 (NDC 상향안 30.2%, 9차 20.8%)
- 무탄소 발전 반영 : (9차) 미반영, (NDC 상향안) 암모니아, (10차) 2.1%(수소 6.1Twh, 암모니아 6.9Twh)로 전망
- 석탄은 가동정지, 상한제약(80%)를 적용하여 추가 감축을 통해 온실가스 배출목표를 달성할 계획
- 『2030 NDC 상향안』 '18년 전환부문 배출실적 269.6백만톤 → '30년 배출목표 149.8백만톤(44.4% 감축)
- 최선을 다해도 지키기 어려운 현실, 산업부문은 NDC binding 불가, 전환부문으로 부담 가증될 우려

장기천연가스 수급계획은 전기본 예측 오류에 대응한 변동성 물량 추가 확보해야

< 전원별 발전량 및 비중 전망 (단위 : TWh) >

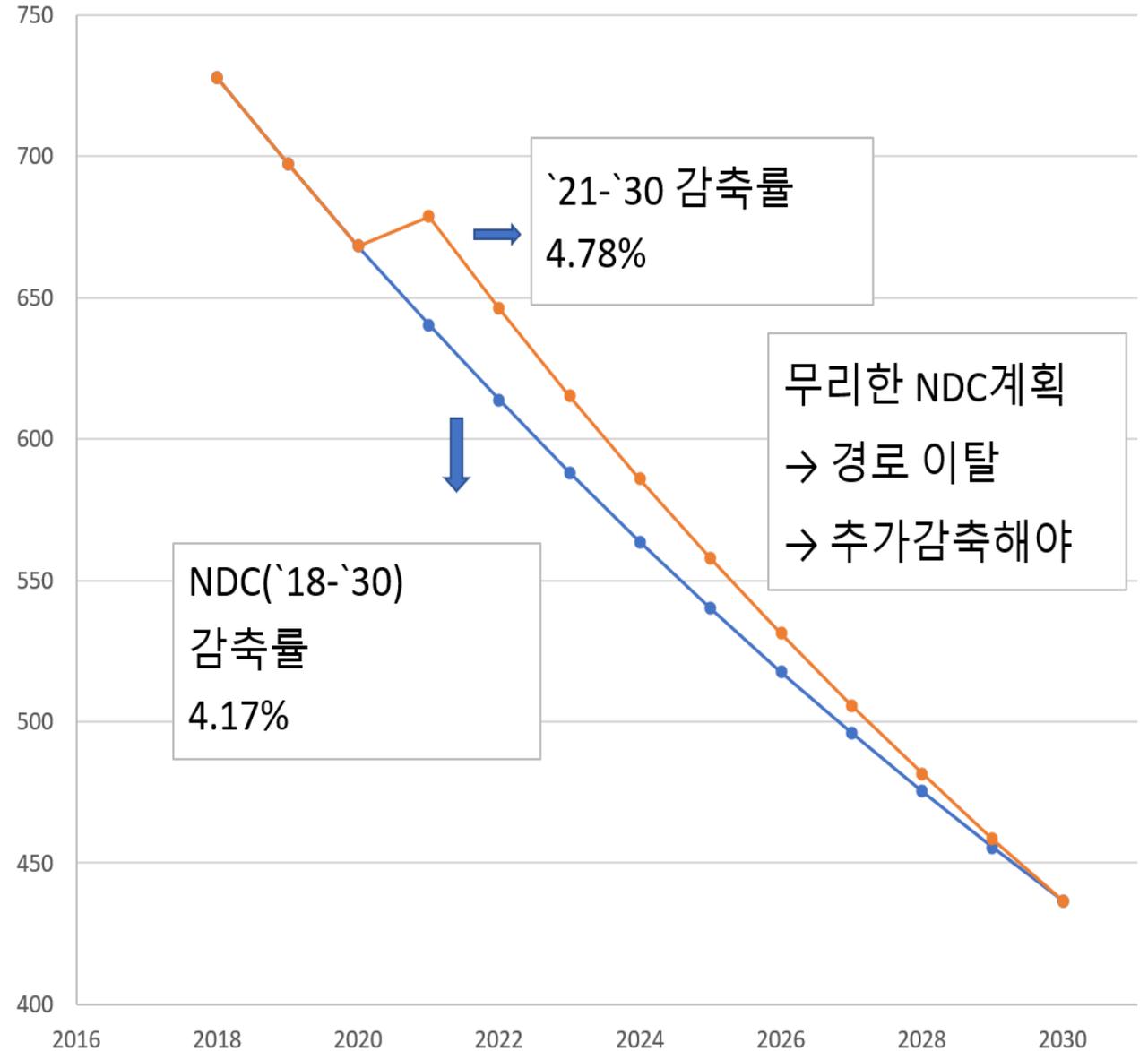
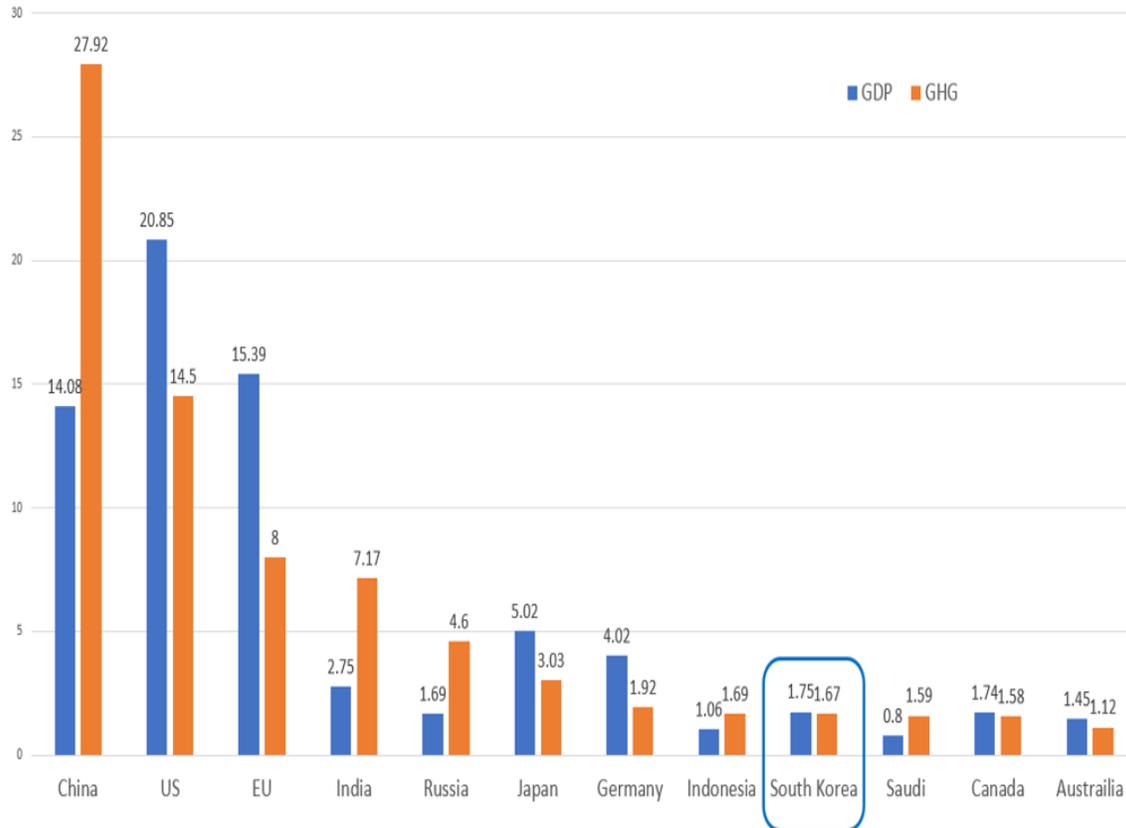
연도	구분	원자력	석탄	LNG	신재생*	수소 암모니아	기타	계
'30년	발전량	201.7	122.5	142.4	134.1	13.0	8.1	621.8
	비중	32.4%	19.7%	22.9%	21.6%	2.1%	1.3%	100%
'36년	발전량	230.7	95.9	62.3	204.4	47.4	26.6	667.3
	비중	34.6%	14.4%	9.3%	30.6%	7.1%	4.0%	100%

\* 태양광·풍력 출력제어 적용 후 발전량

# 4. 탄소중립 속도조절

NDC, 탄소중립 목표를 binding 하려다 보면  
 ⇒ Ending Period로 부터 backward로 최적 경로를 찾으면 현실이랑 맞지 않거나  
 ⇒ 무리한 감축을 해야함

< 주요국 글로벌 GDP 비중 & GHG 배출량 비중 >



## 4. 에너지 요금 독립결정위원회

### ● 한전의 재무적 위기 확대

- 한전 '22년 한해적자: 30조 이상
- 한전 시가총액('22년말): 13조
- 한전 부채비율('22년말): 438%(추정치)

### ● 가스공사 미수금 확대

- 미수금 '22년말 기준 9조원, '23년 1분기 3조원 추가 예상
- 부채비율 500%

### ● 가격 시그널: 요금 현실화 연동제 적기 적용

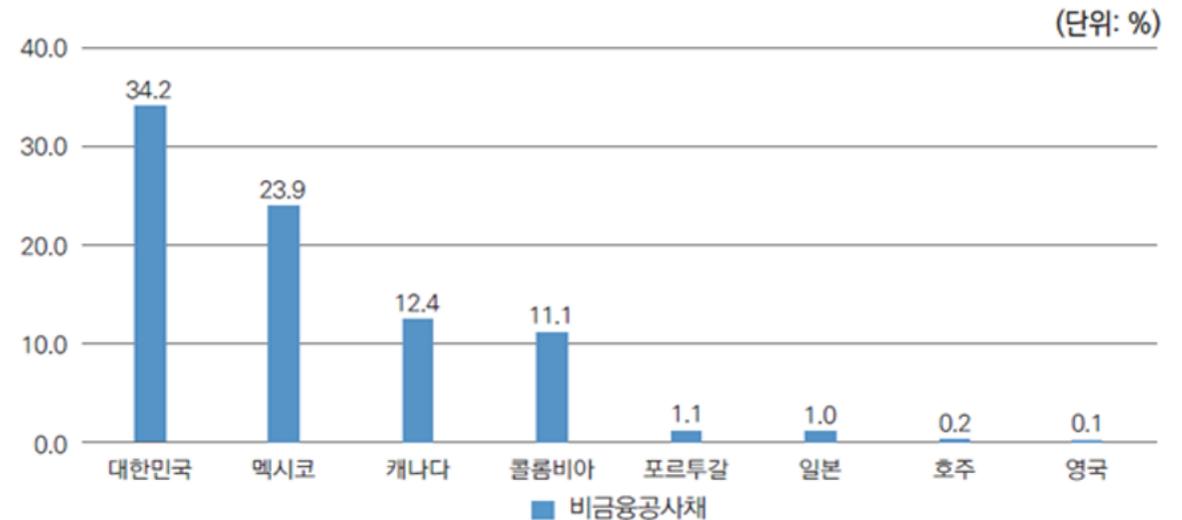
- 미래 사용자에게 비용 전가 행위
- ratepayer → taxpayer로 전가 중, 많이 사용할 수록 유리
- 에너지회사에 지급 효율적
- 연동제를 룰대로 정착

### ● 에너지 요금 독립결정위원회 필요

- 금융통화위원회 모델이 가장 적합
- 예산과 인사의 자율성 확보



[그림 4] 2019년 국채 발행 부채 대비 공사채 발행 부채의 비중



# 4. 분산전원화, 지역요금제

## ● 지역적 수급 미스매치는 분산전원화가 유일한 해법

- 전국적으로 지역적 전력 생산과 수요의 미스매치
- 송배전망 연결, HVDC 구축 불가능에 가까움
- 지역적 수급 매칭 위한 지역요금제

## 우리나라 전력시스템(발전-송전) 현황

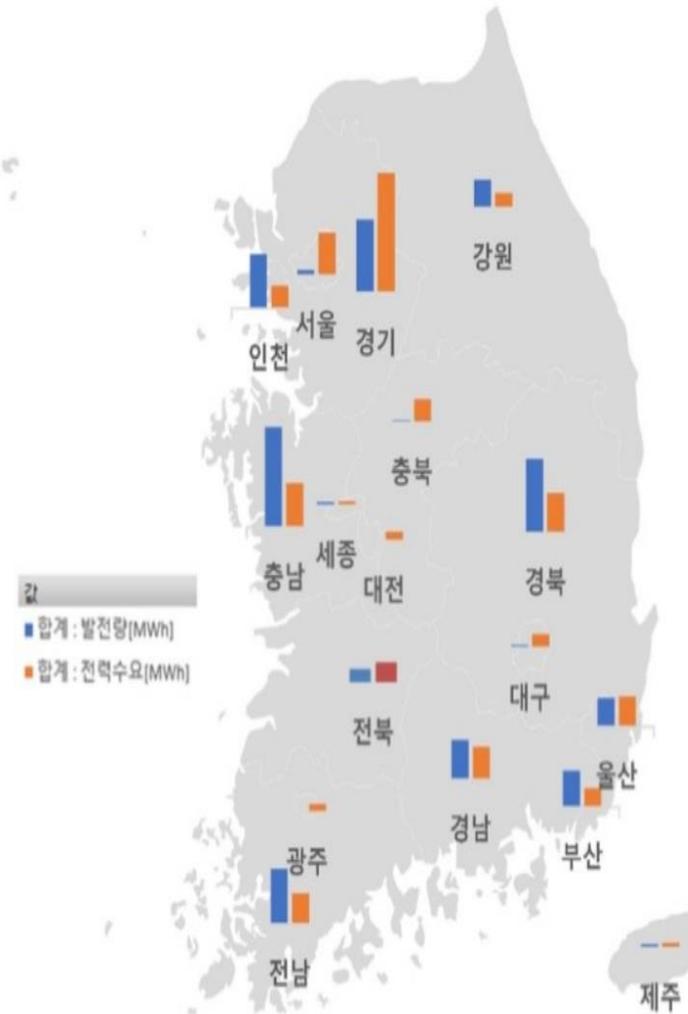
### ● 생산(발전)과 소비 분리에 따른 대규모 전력망(수송망) 건설



지역자급률 ('21.12 전력계통혁신방안)  
 수도권(0.7), 강원권(1.7), 충청권(1.3), 호남권(1.2), 영남권(1.4)

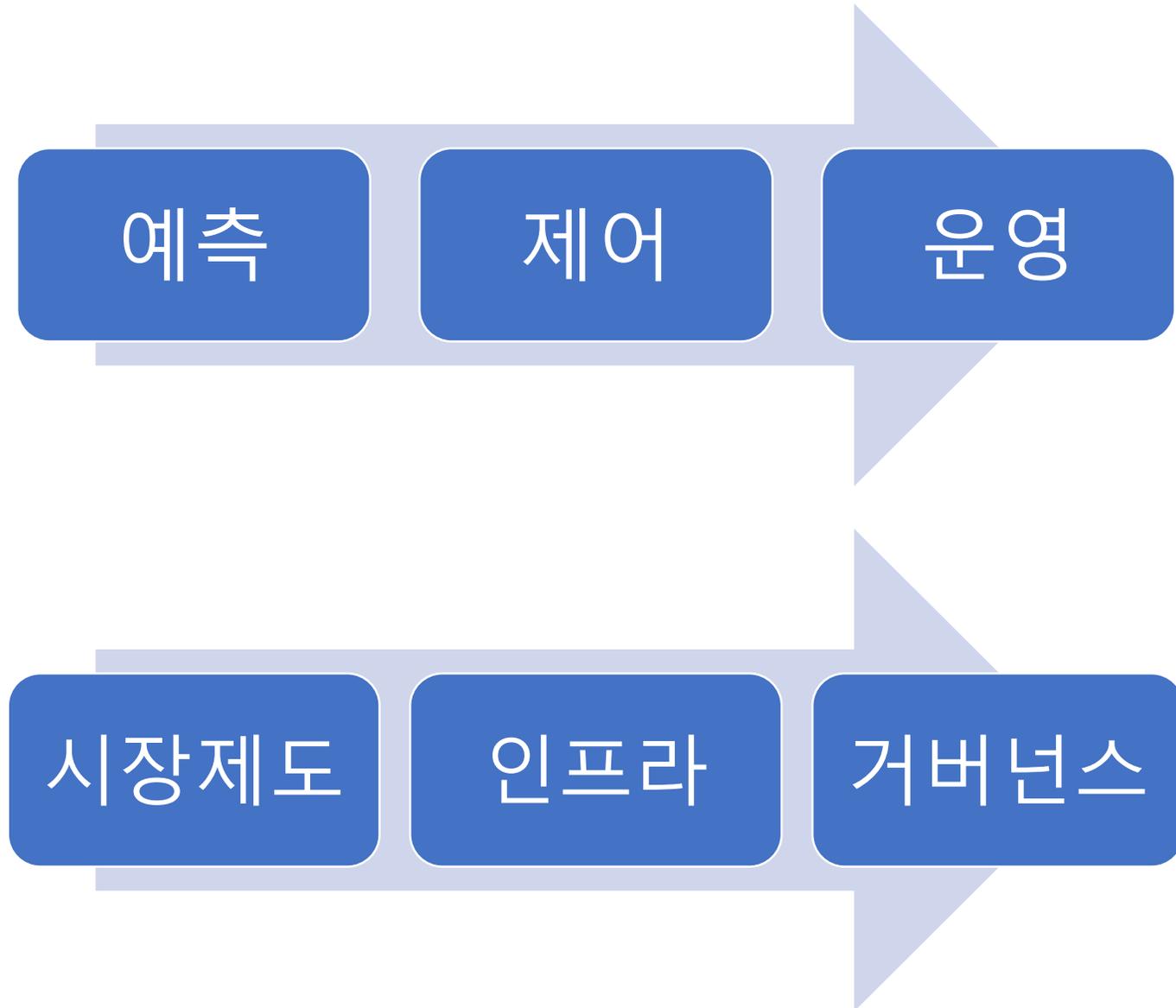


## 광역 지자체 전력자급률('21) 현황



광역지자체 전력자급률	
서울	11%
부산	192% (원자력)
대구	18%
인천	243% (LNG, 석탄)
광주	7%
대전	2%
울산	94%
세종	88%
경기	62%
강원	182% (원자력, 석탄)
충북	8%
충남	228% (석탄)
전북	67%
전남	185% (원자력, 신재생)
경북	184% (원자력)
경남	123% (석탄)
제주	70%

## 4. 에너지효율 관리(수요 & 공급)

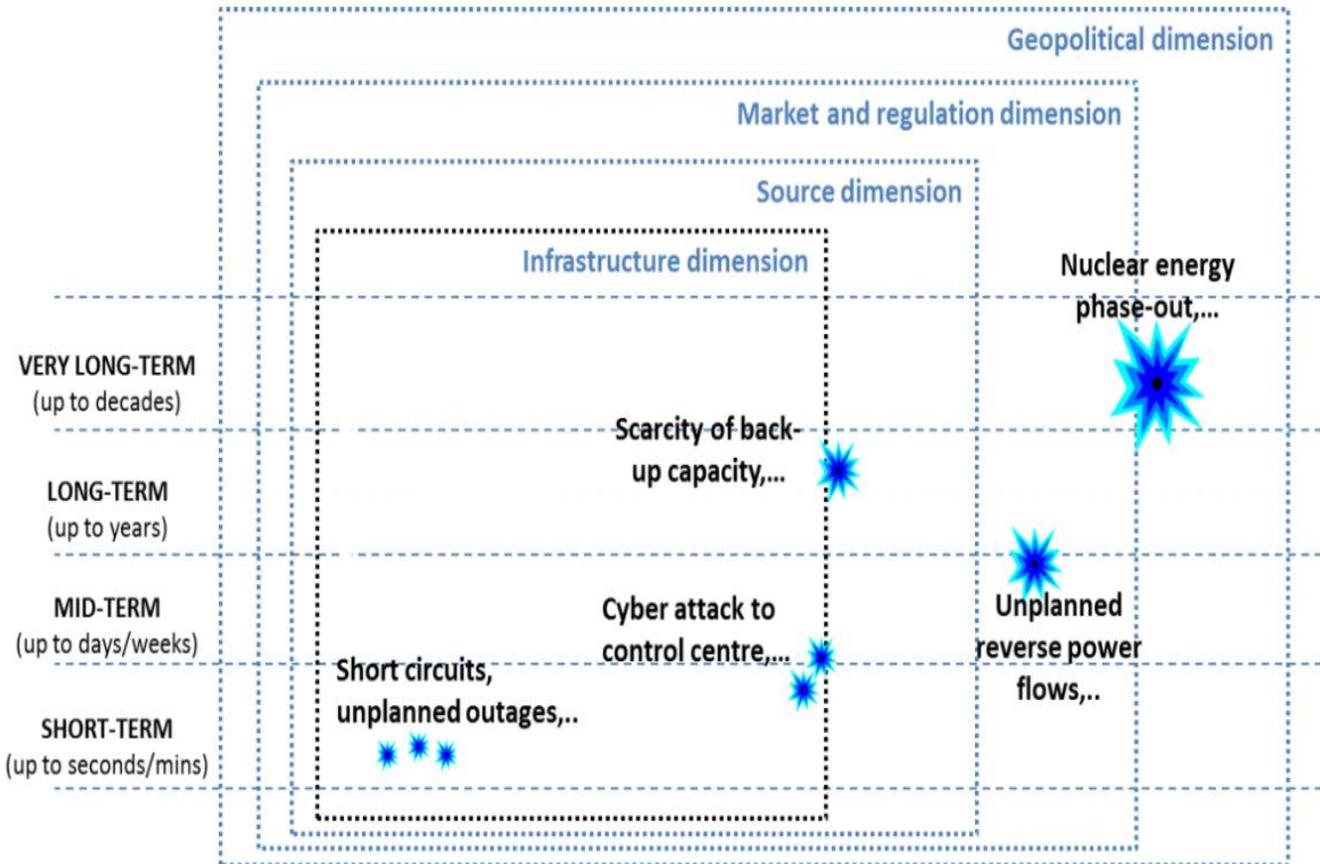


- 수요 예측 정확도 확보
  - 기상관측, 수요 패턴,
  - 사회적, 경제적, 기술적 변화
- 수요 제어 가능성
  - 수요 변동, 이전, 반응 할 수 있는 시스템
  - 시간적, 지역적 제어 가능해야
- 수요 맞춤 운영
  - 수요에 맞춤형 서비스 제공, 섹터커플링
- 시장제도
  - 적정 가격 시그널 변화
  - 다양한 에너지 요금제
- 인프라(기술)
  - 다양한 수요를 충족할 시의적절한 인프라 구축
  - 과학적 기술적 요건 확보
- 거버넌스(시스템)
  - 규제, 가격, 소비자 보호 등의 적절한 거버넌스 통한 수요 효율화, 인식개선

# 4. 전력안보

## ● 전력안보의 개념과 범위

- 시점적 전력안보 정의: 단기, 중기, 장기, 초장기 적인 단계적 대책
- 다양한 dimension으로 접근: 인프라, 발전원별, 규제와 시장, 지리정치경제적 범위과 리스크 관리



In the **infrastructure** dimension, electricity security is assessed in terms of the power system (i.e. the electricity value chain) capability to supply end users with minimum service standards/criteria.

In the **source** dimension, electricity security is assessed in terms of the energy system capability to ensure the accessibility, in the various timeframes, to primary sources to be converted in the power plants to meet the required total demand of electricity.

In the **regulation and market** dimension, electricity security is assessed in terms of the power system and market capability to adequately fulfil their electricity delivery mission with a set of laws, rules, market arrangements and price schemes.

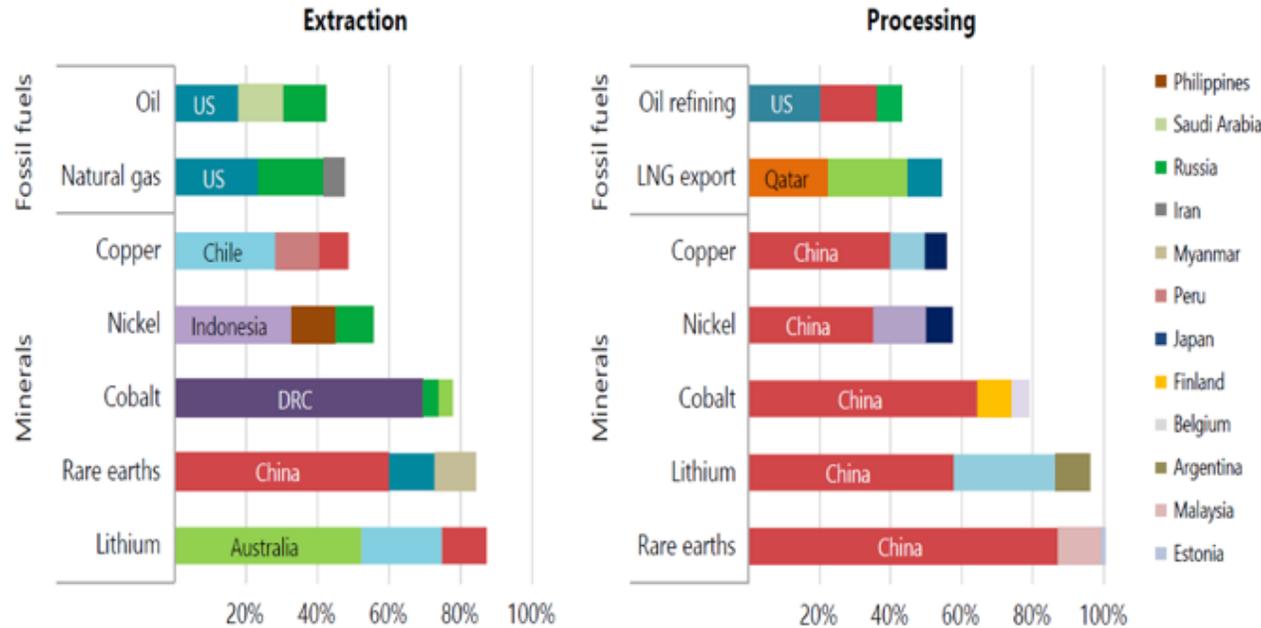
In the **geopolitical** dimension, electricity security is assessed in terms of the energy/power system capability to assure the availability of primary sources and/or cross-border electricity exchanges in case of economic or geopolitical constraints/stresses (e.g. unilateral primary energy cut by international players outside the considered region).

# 4. 에너지 안보

## ● 주요 광물자원 안보 중요

- 배터리 관련 주요 광물 자원 안보 매우 중요, 미래 수요증가를 대비한 선제적 대응 필요
- 중국이 채굴과 프로세싱의 모든 밸류체인 장악한 상태
- 화학적 배터리 생산성 증가는 역사적으로 매우 낮아서 지속적 가격 인하 불가능(반도체의 무어의 법칙 성립 불가)

[그림 2-2] 주요 광물자원의 생산 및 가공 세계 상위 3개국 비중

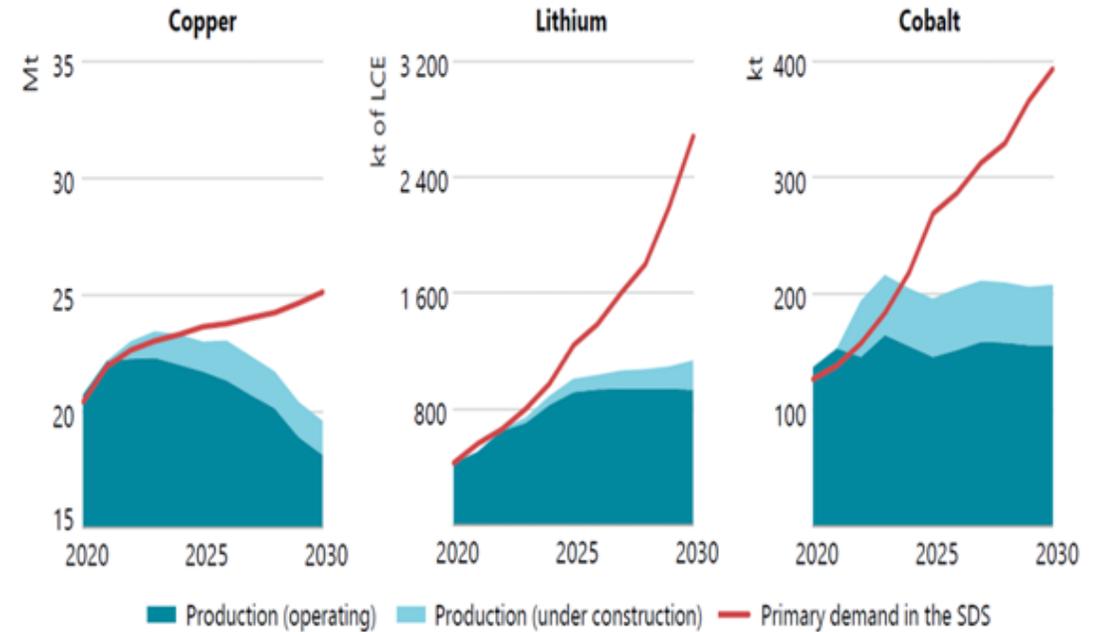


주: 2019년 기준

자료: IEA(2021), p. 13

출처: 에너지경제연구원, 주요국 핵심광물 확보 전략분석(2021)

[그림 2-3] 주요 광물자원의 생산량(현 투자계획 근거) 및 수요 전망



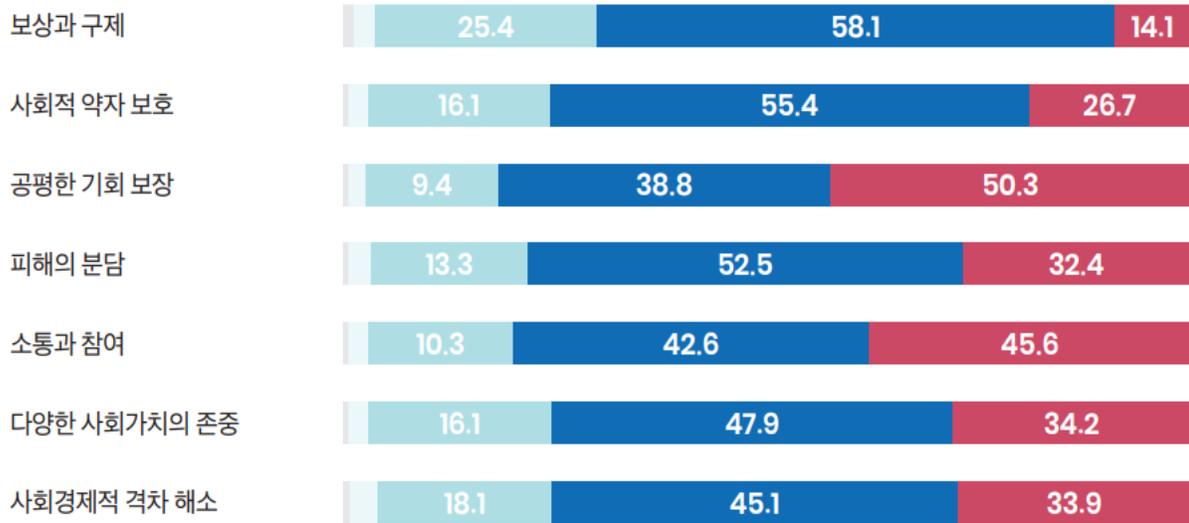
자료: IEA(2021), p. 119

# 4. 따뜻한 에너지 전환(공정한 전환)

## ● 공정한 전환을 기반으로 한 에너지 전환

- 탈석탄 과정의 민주적 절차
- 이해관계자들의 갈등조정
- 원전, 신재생, LNG, 송배전망 건설에 주민수용성이 관건

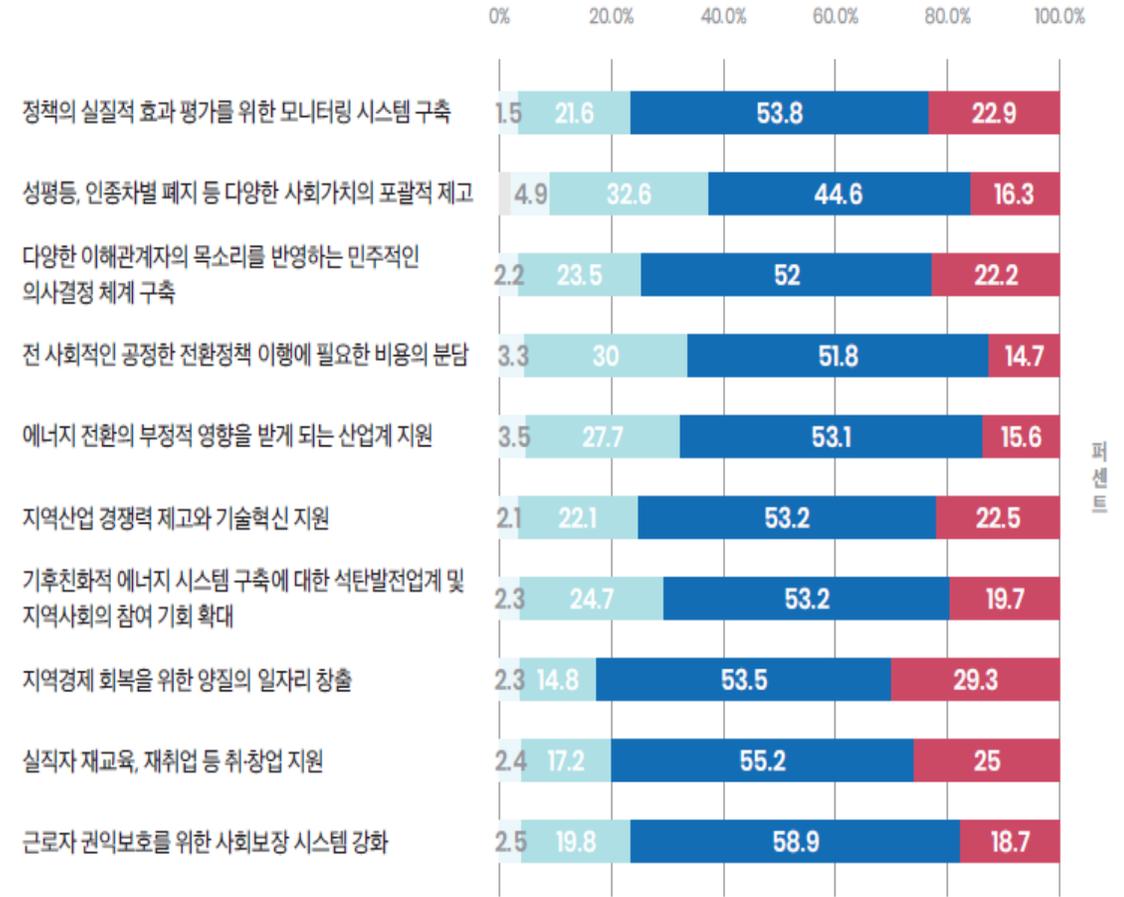
Q. 사회적으로 공정하고 포용적인 전환과 관련한 아래의 다양한 속성이 얼마나 중요하다고 생각하십니까?



전혀 중요하지 않다    별로 중요하지 않다    보통이다    다소 중요하다    매우 중요하다

출처: 기후사회연구소(2020)

그림 5-32 • 공정한 전환 정책을 구성하는 구체적 방안에 대한 인식



전혀 동의하지 않는다    별로 동의하지 않는다    보통이다    다소 동의한다    매우 동의한다

## 4. 불확실한 미래

불씨(탄소중립, EGS)  
+기름(러vs우 전쟁)

빈번한 에너지 인플레이션

원료, 연료 비용 증가  
→비용증가 인플레이션

철강, 시멘트 인플레이션  
곡물, 축산 인플레이션

Covid19 회복소비  
→수요견인 인플레이션

미국 Fed 이자율 상승  
→US Only  
→CDS 폭등+신흥국 외환위기  
→금융위기 전조

EU 친환경 일변도 탄소중립 정책,  
에너지 요금 인상  
→EU 재정적자, 영국 파운드화 폭락

러시아 천연가스 중단  
+Nord Stream 1, 2 sabotage  
→러시아 레버리지 손실  
→유럽은 저절로 결별  
→중국, 인도에 의존할 수밖에  
→장기적 러시아 재정문제 가속화

미국 IRA(Inflation Reduction Act)  
→실상은 에너지 자국 산업화법  
→에너지 인플레이션 가속화  
→Inflation Expansion Act

중국 Covid 락다운+부동산 침체  
→경기침체 vs 코로나 회복  
→세계의 공장 후퇴, 인도에게 자리 넘겨줄 판

무리한 탄소중립  
→제조업, 수출입 기반 경제  
성장구조 저해

에너지 인플레이션+부동산  
디스인플레이션+환율상승  
→무역적자 확대  
→경제 구조 취약성 노출

한국 인구절벽, 재정절벽,  
산업경쟁력 후퇴  
잠재성장률 하락  
저출산 문제 해결 난망

해결가능한  
solution?

**감사합니다.**

---